

**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
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
FENOLÓGICO DE TRES VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea*
arábica L.), BAJO DOS DOSIS DE BIOL EN LONYA
GRANDE-AMAZONAS 2021**

Autor: Bach. Ylroy Garcia Silva

Asesor: MSc. Cesar Guevara Hoyos

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

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



UNTRM

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

ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN 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): García Silva Ylroy
DNI N°: 71862590
Correo electrónico: 7186259042@untrm.edu.pe
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

Evaluación del comportamiento fenológico de tres variedades de café (Coffea arabica L.) bajo dos dosis de Bt en Lonya Grande - Amazonas 2021

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Guevara Hoyos César
DNI, Pasaporte, C.E N°: 26619590
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) https://orcid.org/0000-0003-0937-5764

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) _____

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
4.00.00-Ciencias agrícolas 4.01.00-Agricultura, Silvicultura, Pesquería 4.01.06-Agronomía

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, 20 / Febrero / 2023

Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

A Dios, que me ha brindado la vida, por su protección en todo momento y lugar, por ser mi guía y esperanza que ilumino mi camino, por permitirme emprender mis sueños y guiarme por el sendero de mi formación académica.

A mis queridos padres, Luzmila Silva Alberca y Ramon García Peña, quienes fueron la razón de mi superación, por los valores que me inculcaron siendo mi ejemplo de superación y respeto, por sus consejos, dedicación y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.

A mí envidiada facultad, docentes y compañeros quienes fueron y serán parte del ámbito profesional, motivo del día a día a ser mejor.

Ylroy Garcia Silva

AGRADECIMIENTOS

- ❖ Mi sincero agradecimiento a Dios, por estar siempre a mi lado y permitirme seguir adelante cumpliendo mis metas trazadas.
- ❖ A mis padres por su esfuerzo día a día, dedicación y apoyo incondicional, incentivándome en la realización de mis metas.
- ❖ Al Ing. Mg. Sc. César Guevara Hoyos por su grandiosa amistad, consejos y asesoramiento en la ejecución del presente estudio de investigación.
- ❖ A mi alma mater “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza” y en especial a la “Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias”, a la escuela profesional de “Ingeniería Agrónoma” que me albergó durante mi formación profesional y a los docentes, que, con su dedicada y esforzada misión de formar a los futuros profesionales, me transmitieron sus conocimientos, que parte de su vida la aportaron en mi formación.
- ❖ A la Cooperativa Agraria y Servicios Múltiples Café Amaju, al señor Joselito Monteza Delgado socio de la cooperativa y propietario de la parcela donde se desarrolló la tesis y a todo el equipo técnico de trabajo, que fortalecieron la ejecución de la parte experimental de la investigación.

Ylroy Garcia Silva

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

Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector académico

Dra. MARÍA NELLY LUJAN ESPINOZA

Vicerrectora de investigación

Dr. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA

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 Evaluación del comportamiento fenológico de tres variedades de café (Coffea arabica L.) bajo dos dosis de biol en Lonya Grande - Amazonas 2021; del egresado Ylroy García Silva 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, 06 de DICIEMBRE de 2022

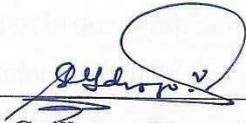
Firma y nombre completo del Asesor

MSc. Cesar Guevara Hoyos

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz
Presidente



Ing. Guillermo Idrogo Vásquez
Secretario



Mg. Segundo Grimaldo Chavez Quintana
Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

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

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE TRES VARIETALES DE
CAFÉ (Coffea arabica L), BAJO DOS DOSIS DE BIOL EN LONJA GRANDE- AMAZONAS 2021

presentada por el estudiante ()/egresado (x) YLEADY GARCIA SILVA

de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGRONOMIA

con correo electrónico institucional 7186259042@UNTRM-EDU.PE

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



- La citada Tesis tiene 19 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / 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, 06 de 12 del 2022.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

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 21 de DIEMBRE del año 2022, siendo las 10:00 horas, el aspirante: YLRROY GARCIA SILVA, asesorado por Ing. Ms. C. CESAR GUEVARA HOYOS defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE TRES VARIETALES DE CAFÉ (COFFEA ARÁBICA L.), BAJO DOS DOSIS DE BIOL EN LONJA GRANDE - AMAZONAS 2021", 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: Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Secretario: Ing. Guillermo Idrogo Vasquez

Vocal: Ms. Segundo Gerardo Chavez Quintana

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.

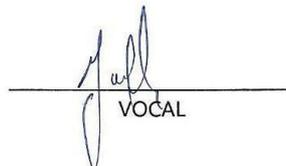
Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

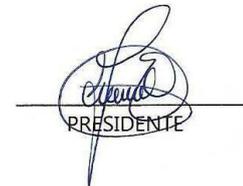
Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

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 11:10 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:

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

AUTORIZACIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ix
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. MATERIAL Y MÉTODOS	18
2.1. Área de estudio	18
2.2. Características del biol	18
2.3. Procedimiento.....	19
2.3.1. Instalación de vivero	19
2.3.2. Adquisición de semillas de café.....	19
2.3.3. Construcción de camas de almácigo y germinación.	20
2.3.4. Preparación de sustrato y llenado de bolsas.....	20
2.3.5. Construcción de camas de repique.....	20
2.3.6. Repique o trasplante.....	20
2.3.7. Labores culturales	21
2.3.8. Elaboración del Biol.....	21
2.3.9. Cálculo de la dosis y aplicación	22
2.3.10. Técnicas de evaluación de variables.....	23
2.4. Diseño general de la investigación.....	23
2.4.1. Variables	23

2.4.2.	Unidad experimental	24
2.4.3.	Croquis de distribución de tratamientos.....	24
2.5.	Diseño estadístico.....	25
2.6.	Combinación de factores (A x B).....	25
2.7.	Análisis de datos.....	25
III.	RESULTADOS.....	26
3.1.	Comportamiento fenológico.....	26
3.2.	Dosis de biol.....	30
3.3.	Variedades de café.....	31
3.4.	Interacción de variedades de café y dosis de biol.....	31
IV.	DISCUCIONES.....	32
4.1.	Comportamiento fenológico.....	32
4.2.	Dosis de biol.....	34
4.3.	Variedades de café.....	35
4.4.	Interacción de variedades de café y dosis de biol.....	35
V.	CONCLUSIONES.....	36
VI.	RECOMENDACIONES.....	37
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
	ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Combinación de factores	25
Tabla 2. Análisis de componentes de fertilización del biol utilizado en el trabajo de investigación.	42
Tabla 3. Tabla de análisis de varianza (ANVA) para el diámetro de planta (mm).	43
Tabla 4. Tabla de análisis de varianza (ANVA) para la longitud de planta (cm).....	43
Tabla 5. Tabla de análisis de varianza (ANVA) para el número de hojas por planta....	43
Tabla 6. Tabla de análisis de varianza (ANVA) para el número de nudos por planta. ..	44
Tabla 7. Matriz general de base de datos para el diámetro de plantas de café.	45
Tabla 8. Matriz general de base de datos para la longitud de plantas de café.	46
Tabla 9. Matriz general de base de datos para número de hojas por plantas de café.	47
Tabla 10. Matriz general de base de datos para el número de nudos por planta de plantas de café.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del lugar de estudio.	18
Figura 2. Esquema de unidad experimental, mostrando las plantas a evaluar.....	24
Figura 3. Croquis de distribución de tratamientos del proyecto de investigación en vivero.	24
Figura 4. Comparación de medias para el diámetro de las plantas de café.	26
Figura 5. Comparación de medias para longitud de las plantas de café.	27
Figura 6. Comparación de medias para el número de hojas por planta de café.....	28
Figura 7. Comparación de medias para el número de nudos por planta de café.....	29
Figura 8. Gráfico de barras de variables indicadores del efecto de la interacción variedad de café más dosis de biol. A: Diámetro de planta. B: Longitud de planta. C: Número de hojas por planta. D: Número de nudos por planta.	30
Figura 9. Preparación de sustrato para llenado de bolsas de vivero. A: Cernido de sustrato. B: Mezclado del sustrato. C: Llenado de bolsas.	49
Figura 10. Instalación de camas. A: Trazado de camas de vivero. B: Elaboración de camas. C: Colocación de bolsas en camas de vivero.....	50
Figura 11. Trasplante de platinos de café. A: Plantines en almácigo. B. Extracción de plantines del almácigo. C: Repique de plantines.	51
Figura 12. Instalación y mantenimiento. A: Plantines de café distribuidos en tratamientos. B: Riego de plantines como parte de las labores culturales.....	52
Figura 13 Proceso de elaboración del biol. A: Insumos utilizados en la elaboración. B: Mezclado del biol. C: Colocación del indicador de fermentación del biol.....	53
Figura 14. Evaluación de variables de la investigación. A: Medida de la longitud de la planta de café. B: Plantas de café vigorosas.	54

RESUMEN

Abonos orgánicos líquidos como el biol, se presentan como una alternativa para mejorar el comportamiento agronómico de plantas de café en vivero. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de café (*Coffea arabica*), con dos dosis de biol a nivel de vivero en el caserío Rodríguez Tafur, distrito Lonya Grande, provincia Utcubamba, región Amazonas. Se empleó Diseño en Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA) con arreglo factorial de 3A (variedades de café) x 3B (dosis de biol) nueve tratamientos y tres repeticiones, las variables evaluadas fueron: diámetro de la planta, longitud de la planta, número de hojas por planta y número de brotes por planta, fueron medidos cada 15 días. Para el análisis de varianza y la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$), se empleó el Software estadístico Infostat versión 2019. El tratamiento T3 (Bourbon + 50 ml) presentó el mayor valor 3.11 mm para diámetro de tallo, para la longitud de planta con 32.43 cm, para el número de hojas con 13.27 hojas/planta y para número de nudos con 6.57 nudos/planta. En conclusión, se obtuvieron los mejores resultados en el comportamiento fisiológico en la variedad Bourbon con la dosis 50 ml/planta.

Palabras clave: Variedad, café, biol, comportamiento agronómico, vivero.

ABSTRACT

Liquid organic fertilizers such as biol are presented as an alternative to improve the agronomic performance of coffee plants in nursery. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of three varieties of coffee (*Coffea arabica*), with three doses of biol at nursery level in the Rodríguez Tafur farm, Lonya Grande district, Utcubamba province, Amazonas region. A completely randomized block design (DBCA) was used with a factorial arrangement of 3A (coffee varieties) x 3B (doses of biol), nine treatments and three replications. The variables evaluated were: plant diameter, plant length, number of leaves per plant and number of shoots per plant, which were measured every 15 days. For the analysis of variance and Tukey's test ($p \leq 0.05$), the statistical software Infostat version 2019 was used. Treatment T3 (Bourbon + 50 ml) presented the highest value of 3.11 mm for stem diameter, for plant length with 32.43 cm, for number of leaves with 13.27 leaves/plant and for number of nodes with 6.57 nodes/plant. In conclusion, the best results in physiological behavior were obtained in the Bourbon variety with the 50 ml/plant dose.

Key words: Variety, coffee, biol, agronomic performance, nursery.

I. INTRODUCCIÓN

El café es el cultivo agrícola de mayor importancia a nivel mundial y es considerado el segundo producto mayor exportado por países en desarrollo representando un valor de 19000 millones de dólares en el 2015 (Lechthaler & Vinogradova, 2017), más de 70 países dependen de este cultivo y es la única fuente económica para la población rural que trabajan en las fincas de café (The Climate Institute, 2016). El primer país productor y exportador de café a nivel mundial es Brasil con 2,1 millón de hectáreas con un rendimiento de 22 t/ha (Anjos et al., 2011; López et al., 2020).

El café es la bebida estimulante y aromática más difundida en el mundo, perteneciente a las Rubiaceas del género *Coffea* spp., (Gotteland y de Pablo, 2007; Jaramillo et al., 2015). El Perú ocupa el 8° lugar a nivel mundial como exportador de café con aproximadamente 3,6 millones de t/ha y el 2° en café orgánico después de México (MIDAGRI, 2021). Las regiones de Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco, Amazonas, Huánuco y Pasco concentran la mayor producción con el 91% del total de productores y del área cultivable (MIDAGRI, 2020).

La región Amazonas ocupa el 4° lugar como productor de café en el Perú con un (12% del total) llegando a producir 31 mil toneladas en los primeros seis meses del 2021, en este año el Perú exportó 34 mil toneladas de café por un valor de US\$ 102 millones, de los cuales el 9,6% pertenecían a la región Amazonas (US\$ 9,8 millones) (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2021).

El manejo agronómico es una variable importante para el desarrollo del cultivo del café, dentro del cual está la fertilización, que es el que más influye para tener una buena producción de café, dependiendo del enfoque en el que el agricultor trabaja ya sea un café convencional u orgánico (Cosme et al., 2020; Sadeghian & González, 2012), sin embargo la producción de café en los últimos años presenta problemas debido al cambio climático, una mala nutrición en la planta, lo que conlleva a la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo, por lo que está determinada a una baja producción afectando a la economía de los productores que depende principalmente de este cultivo (López et al., 2020).

La fertilización orgánica o nutrición de la planta es el enfoque más relevante para la producción de café, bajo un sistema de producción orgánica (Chatzistathis et

al., 2022), que busca incrementar la materia orgánica en el suelo, proporcionar resistencia a sequías, plagas y enfermedades (Cosme et al., 2020).

La fertilización se puede realizar aplicando productos orgánicos al suelo y la parte foliar, dentro de ésta tenemos al Biol, conocido como un biofertilizante líquido obtenido de un proceso de digestión anaeróbica de restos orgánicos y heces de animales (Oblitas, 2019), aporta gran cantidad de nutrientes a la planta ayudando en su crecimiento y aportando resistencia a diversas plagas y enfermedades (Instituto de Investigaciones Agropecuarias-INIA, 2020).

El uso de Biol en café es muy recomendable ya que mejora las características morfológicas de la planta, aportándole mayor altura, mayor cantidad de ramas tanto primarias como secundarias, aumenta el número de hojas, generándole una mayor área foliar (Gamboa, 2019). La variedad caturra, es una variedad que responde mejor a la aplicación de Biol en cuanto a variables de peso de café pergamino al 12%, rendimiento y catación de café (Vargas, 2011).

La región Amazonas se ha caracterizado por producir café de buena calidad, pues es importante trabajar en el cultivo desde el vivero hasta la producción en campo definitivo, sin embargo, existen diversos problemas a nivel de vivero por falta de nutrientes, problemas como la clorosis, alteraciones en el crecimiento, etc. por esta necesidad y con la finalidad de generar conocimientos, se ha propuesto estudiar la influencia de dos dosis de Biol sobre tres variedades de café, donde se caracterizó el comportamiento fenológico de tres variedades de café, se evaluó la dosis adecuada de biol, se ha determinado la variedad de café que obtuvo mejor comportamiento fenológico, su interacción entre variedades de café y dosis de biol a nivel de vivero, en las tres variedades de café.

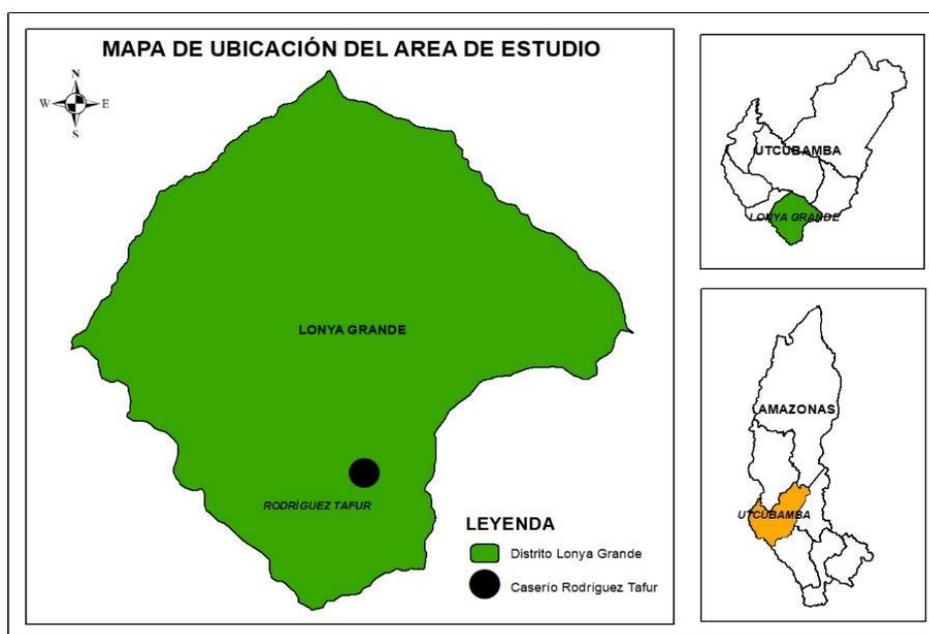
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

Este estudio se desarrolló en el caserío Rodríguez Tafur, distrito de Lonya Grande, provincia de Utcubamba, región Amazonas; su altitud con referencia al nivel del mar es de 1572 m.s.n.m y sus coordenadas son: Latitud: -6.127061; Longitud: -78.398025.

Figura 1

Ubicación geográfica del lugar de estudio.



2.2. Características del biol

Los análisis realizados por el “Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas, Fertilizantes y Alimentos” que pertenece al Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), brindaron resultados concretos sobre el biol, donde se muestran evidencias de PH alcalino ($\text{pH} > 7.0$), cuenta con un regular aporte de nutrientes en abonos orgánicos, por lo que se debe tener en cuenta la dosificación para una eficiente fertilización con este producto (tabla 2).

En el caso de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) el aporte es de regular a bajo, no obstante, presenta aporte de Ca, que es de suma importancia para el caso de aplicación de fertilizante de manera foliar en plantas con deficiencia de Ca. Para el caso de macronutrientes se observó el bajo

contenido de las mismas, sin embargo, se ha concluido que la muestra es una enmienda que no tiene sodio (Na) en su composición por lo que no tiene limitaciones para su uso (tabla 2).

2.3. Procedimiento

2.3.1. Instalación de vivero

Para la instalación del vivero se tuvieron en cuenta los siguientes factores: ubicación del vivero, clima, altitud, accesibilidad, textura del suelo, disponibilidad del recurso agua y la topografía. Posteriormente se realizó la construcción del vivero, esto se inició fijando los postes de madera de 2,5 metros de altura, cada 3 metros de distancia por todo el perímetro del vivero; luego se procedió a colocar el techo con alambre galvanizado, lo cual sirvió para el soporte de la malla raschel. De este modo se cubrió 1,75 metros de ancho por 20 metros de largo, formando un área total de 35 metros cuadrados.

2.3.2. Adquisición de semillas de café

Las semillas de café de las tres variedades fueron recolectadas de parcelas demostrativas en plena producción, parcelas administradas por los propios productores. Los criterios de selección de semillas se realizaron teniendo en cuenta la sugerencia de SAGARPA (2018), las que estuvieron centradas principalmente en:

- Se seleccionaron plantas jóvenes y productivas entre 6 a 10 años de edad.
- Las plantas mostraron condición vegetativa vigorosa, de follaje, raíces y ramas sanas.
- Se seleccionaron ramas productivas de la parte media de la planta.
- Se cosecharon frutos con madurez óptima ya sea rojo o amarillo (según la variedad), de buen tamaño, sanos y libres de daños ocasionados por plagas y enfermedades.
- Se cosecharon frutos de la parte media (tercio medio) tanto del cafeto como de las ramas.
- Se realizó el descarte de frutos vanos con la técnica de la semilla flotante, con lo que se obtuvo frutos buenos.

Seguidamente se realizó la preparación de la semilla con las actividades como el despulpado, la fermentación, el lavado y secado.

2.3.3. Construcción de camas de almácigo y germinación.

La elaboración de la cama almaciguera se realizó a base de tablas de madera, a manera de un cajón, de 0,4 metros de ancho x 1 metro de longitud y 0,3 metros de altura; en ello se depositó arena de río desinfectada con agua en estado de ebullición, como sustrato; posteriormente se colocó en ello las semillas de café y se esperó 40 días para su germinación.

2.3.4. Preparación de sustrato y llenado de bolsas

El sustrato utilizado para llenar las bolsas de vivero usadas para las plántulas de café, estuvo compuesto por las siguientes proporciones:

- 2 = tierra de bosque
- 1 = arena de río
- 1 = tierra agrícola
- 1 = cascarilla de café

Posteriormente se procedió a homogenizar el sustrato y se llenaron las bolsas para el repique de las semillas germinadas en las camas almacigueras.

2.3.5. Construcción de camas de repique

Las camas de repique fueron realizadas a base de tablas de madera y barros, de dimensiones aproximadas de 0,25 metros de ancho por 1 metro de largo, acondicionada para 20 plantones; de este modo se realizaron 27 camas de repique.

2.3.6. Repique o trasplante

Siguiendo las recomendaciones de Honorio (2019), se realizó el repique de las plántulas de café; previamente se realizó hoyos con un repicador (estaca de 2 centímetros de diámetro) en el centro de las bolsas ubicadas en las camas ya formadas, posteriormente se seleccionaron plántulas que cuenten con las primeras hojas cotiledonales conocido también como estado de mariposa, plántulas completamente sanas y con buena formación de raíces.

El repique se realizó una plántula por bolsa, podando las raíces tratando de que éstas no queden torcidas, enroscadas o dobladas en la parte terminal de la bolsa.

2.3.7.Labores culturales

a) Fertilización

La fertilización se llevó a cabo de manera foliar haciendo uso de un producto orgánico (Biol), en ello se utilizó dos dosis, el primero con 25 ml y la segunda con 50 ml por planta, principalmente con fines de evidenciar mejoras en cuanto a las características de crecimiento y desarrollo vegetativo de los plántones de café.

b) Riego

Esta actividad se realizó haciendo uso de una maguera de plástico y una regadera, se alimentó desde un suministro general de agua que sirve para diversos cultivos; el riego se hizo de acuerdo a lo requerido por la planta.

c) Control de malezas

El control de malezas se realizó de manera manual. Las malezas compiten por agua, nutriente y luz con el cacao, teniendo como resultado plantas débiles y con malformaciones (Arevalo *et al.*, 2017). Esta actividad se desarrolló de manera quincenal, luego de cada evaluación de las variables durante la investigación, la frecuencia del control de malezas se ha programado de acuerdo a la incidencia misma.

2.3.8.Elaboración del Biol

Para la elaboración del biol que se ha usado en esta investigación, se ha seguido las recomendaciones de (INIA, 2008) con algunas modificaciones.

a) Insumos

- 50 kg de estiércol fresco de bovino
- 02 litro de leche fresca
- 04 kg de ceniza
- 04 litro de melaza de caña

- 01 sobre de levadura
- Cáscara de frejol
- Cáscara de huevos
- Cáscara de plátano
- 100 litros de agua

b) Materiales

- Un cilindro de 200 litros, con tapa
- Un pitón de cámara de llanta
- Un metro de manguera transparente
- Una botella descartable de un litro

c) Preparación

Se llenó el estiércol fresco en el cilindro, posteriormente se añadió agua y se mezcló homogéneamente con la ayuda de una paleta de madera, posteriormente se agregó la ceniza, melaza de caña, cascara de huevo y se mezcló, en el transcurso de la mezcla se agregó leche, levadura diluida en agua, cascara de plátano y cascara de frejol.

Por último, se procedió a cerrar la tapa de manera segura, con el fin de que la solución no se contamine con microorganismos aeróbicos durante el proceso de fermentación, se acopló en la tapa el pitón de cámara de llanta, unido la manguera al extremo de una botella descartable conteniendo agua. Esto facilitó la salida de gas que se formará durante el proceso de fermentación, con la presencia de microorganismos anaeróbicos. La cosecha se realizó a partir de los 30 días de fermentación, por desarrollarse en lugar cálido y para su último beneficio de aplicación.

2.3.9. Cálculo de la dosis y aplicación

a) Cálculo de la dosis

- $0 \text{ ml de biol por planta} \times 180 \text{ plantas} = 0 \text{ ml} = 0 \text{ litros de biol}$ para las tres repeticiones, no se aplicó biol.
- $25 \text{ ml de biol por planta} \times 180 \text{ plantas} = 4500 \text{ ml} = 4.5 \text{ litros de biol}$, para las tres repeticiones se aplicó 13.5 litros por cada aplicación.

- 50 ml de biol por planta x 180 plantas = 9000 ml = 9 litros de biol, para las tres repeticiones se aplicó 27 litros por cada aplicación.

b) Aplicación

La aplicación se realizó de manera consecutiva cada 15 días; por lo que, para ejecutar la primera evaluación de las variables estudiadas, se tuvo que esperar 15 días luego de la primera aplicación

2.3.10. Técnicas de evaluación de variables

El presente trabajo de investigación evaluó cuatro variables:

- **Diámetro de la planta.** Esta variable se evaluó tomando la medida del diámetro a la altura del cuello de la planta, para lo cual se hizo uso de un vernier.
- **Longitud de planta.** Se tomó la medida de la longitud de la planta de café desde la parte basal hasta la parte apical, para ello se hizo uso de una regla graduada en centímetros.
- **Número de hojas.** El conteo de las hojas se realizó de forma manual para todos los tratamientos en todas las repeticiones.
- **Número de nudos.** Del mismo modo que en la variable número de hojas, se ha realizado también de manera manual, en todos los tratamientos y para todas las repeticiones.

2.4. Diseño general de la investigación

2.4.1. Variables

a) Independientes

- Variedades de café (Bourbon, Tabi, Geisha)
- Dosis de biol (0 ml/planta, 25 ml/planta, 50 ml/planta)

b) Dependientes

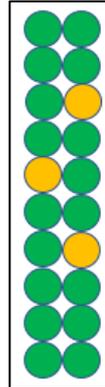
- Diámetro de planta (mm)
- Longitud de planta (cm)
- Número de hojas por planta
- Número de nudo por planta

2.4.2. Unidad experimental

Una unidad experimental estuvo constituida por 20 plantas de café, de las cuales se fijaron solamente 3 plantas para realizar las evaluaciones (color amarillo).

Figura 2

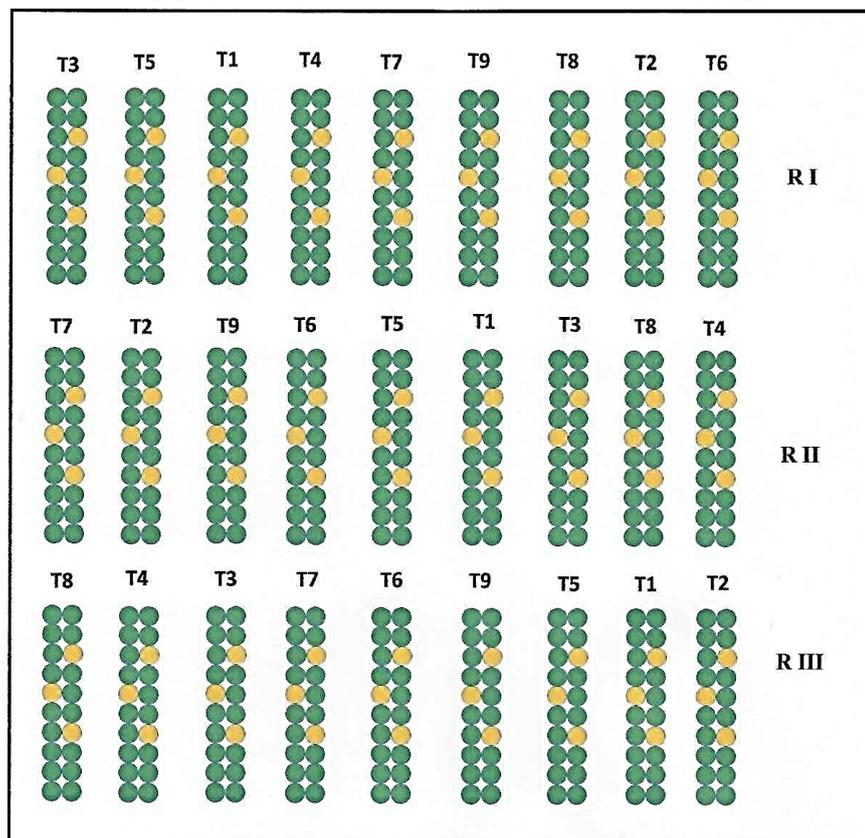
Esquema de unidad experimental, mostrando las plantas a evaluar.



2.4.3. Croquis de distribución de tratamientos

Figura 3

Croquis de distribución de tratamientos del proyecto de investigación en vivero.



2.5. Diseño estadístico

La presente investigación fue de tipo experimental, para el cual se utilizó un diseño estadístico en Bloques Completo al Azar (DBCA) con arreglo factorial: 3A (variedades de café) x 3B (dosis de biol) se instaló 9 tratamientos, con 3 repeticiones (bloques) cada uno, haciendo un total de 27 unidades experimentales (cada unidad experimental estuvo representado por 20 plantas).

2.6. Combinación de factores (A x B)

Tabla 1

Combinación de factores

Factores		Combinaciones	Tratamientos
Factor A: Variedades de café	Factor B: Dosis de biol		
A1	B0	A1B0	T1
	B1	A1B1	T2
	B2	A1B2	T3
A2	B0	A2B0	T4
	B1	A2B1	T5
	B2	A2B2	T6
A3	B0	A3B0	T7
	B1	A3B1	T8
	B2	A3B2	T9

2.7. Análisis de datos

Con los datos obtenidos en las evaluaciones realizadas se realizó el análisis estadístico de varianza (ANOVA) al 5% de significancia mediante el software INFOSTAT versión 2019. Se contrastó con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al ($\alpha \leq 5\%$), nivel de confianza si existe o no diferencias estadísticas entre todos los tratamientos evaluados de esta investigación (Salazar & Castillo, 2018).

III. RESULTADOS

3.1. Comportamiento fenológico

Diámetro de planta

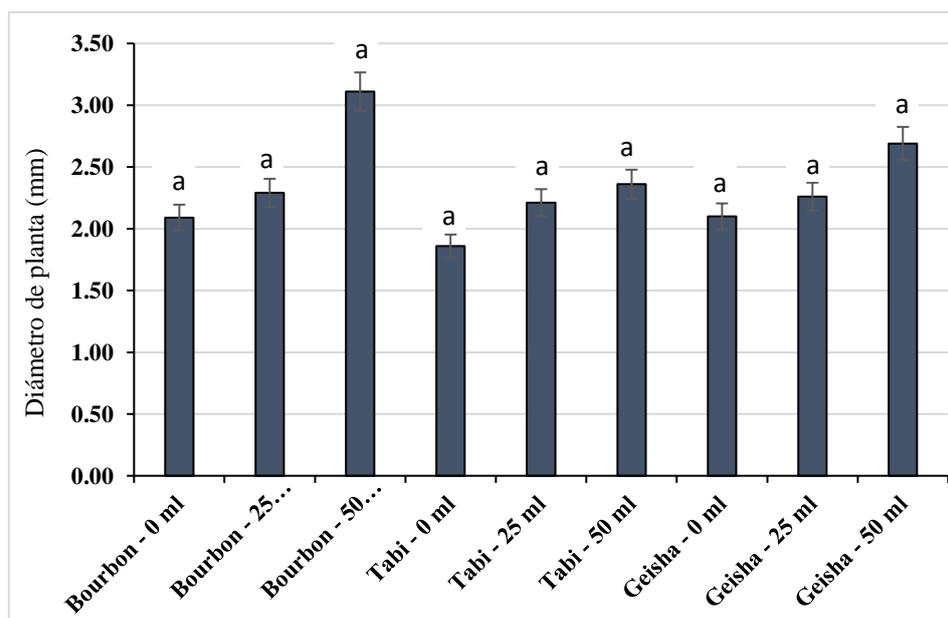
En la tabla 3 del anexo 2, se muestra el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia, para la variable diámetro de planta, donde no se observa diferencia significativa entre la interacción de los factores, tampoco de forma independiente para cada factor, sin embargo, se muestra diferencias aritméticas para cada uno de ellos. El coeficiente de variación fue de 18.87 %, siendo éste un valor óptimo.

En la figura 4, se muestra el gráfico de barras con las medias de los tratamientos, para el diámetro de plantas; en esta figura se puede evidenciar que las barras formaron un solo grupo estadístico, el grupo A, sin embargo, el tratamiento que mostró un mayor valor fue el T3 formado por la variedad Bourbon + la dosis 50 ml, seguido del T9 formado por la variedad Geisha + 50ml, con valores de 3.11 mm y 2.69 mm de diámetro respectivamente, por el contrario, el tratamiento que mostró el menor valor fue el T4 formado por la variedad Tabi + la dosis 0 ml con un valor de 1,86 mm de diámetro.

Figura 4

Comparación de medias para el diámetro de las plantas de café.

(Tukey $p < 0,05$).



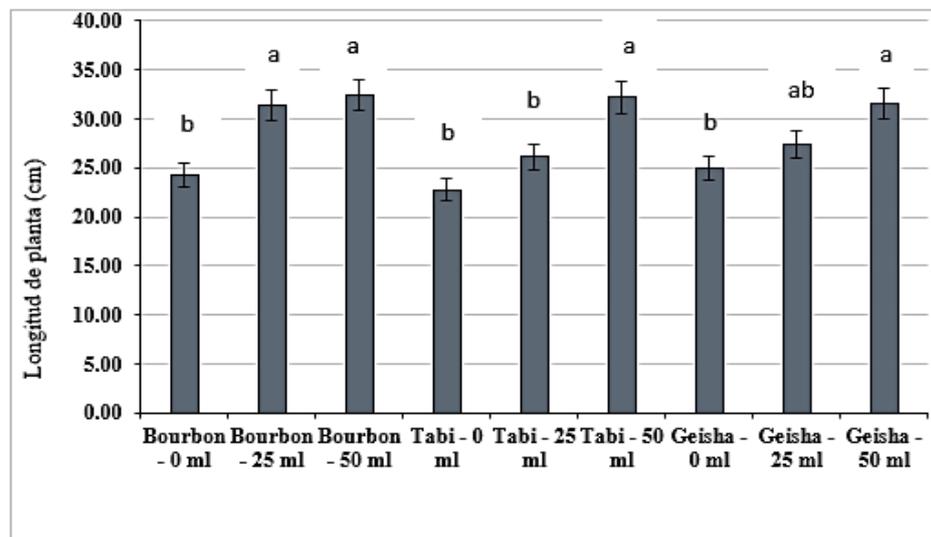
Longitud de planta

En la tabla 4 del anexo 2, se muestra el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia, para la variable longitud de planta, donde se evidencia diferencia estadísticamente significativa para la interacción de los factores, por lo que se formó 3 grupos, también hubo diferencias de manera independiente para el factor dosis, sin embargo, de forma independiente la variable variedad no mostró diferencias estadísticamente significativas. El coeficiente de variación fue de 6.37 %, siendo éste un valor óptimo.

En el gráfico de barras mostrado en la figura 5, se presentan las medias de los tratamientos, donde se puede evidenciar diferencias entre ellos para la longitud de plantas de café. Se ha formado tres grupos, donde los tratamientos formados por la variedad Bourbon + 50 ml (T3) y la variedad Tabi + 50 ml (T6) obtuvieron la mayor longitud de planta con 32.43 y 32.22 cm respectivamente, éstos formaron el grupo A. Por el contrario, el tratamiento T5 fue el que mostró el menor valor en cuanto a la presente variable evaluada quien formó de manera individual el grupo B; los tratamientos T1, T4, T7 y T5 fueron agrupados en un solo grupo, en el grupo AB, lo que da a conocer que está vinculado estadísticamente a ambos grupos.

Figura 5

*Comparación de medias para longitud de las plantas de café.
(Tukey $p < 0,05$).*

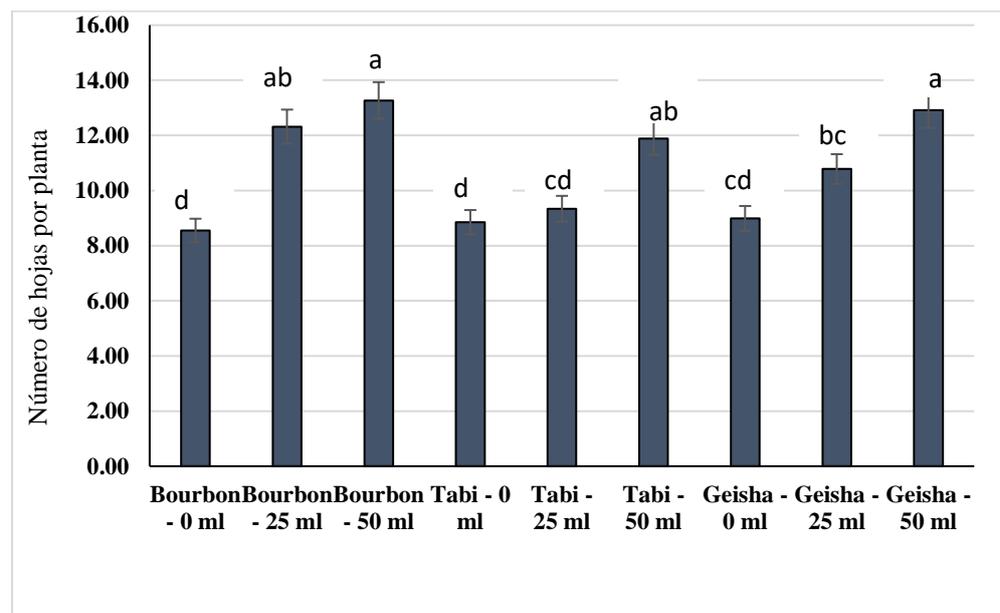


En la tabla 5 del anexo 2, se muestra el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia, para la variable número de hojas por planta, donde se evidencia diferencia estadísticamente significativa para la interacción de los factores (variedad * dosis) formando 5 grupos, también se mostró diferencias altamente significativas para ambos factores de manera independiente. El coeficiente de variación fue de 6.04 %, siendo éste un valor óptimo.

En el gráfico de barras mostrado en la figura 6, se presentan las medias de los tratamientos para la variable número de hojas, donde se puede evidenciar diferencias entre ellos formando varios grupos estadísticos; se ha formado cinco grupos, donde los tratamientos formados por la variedad Bourbon + 50 ml (T3) y Geisha + 50 ml (T9) obtuvieron los mayores valores promedio en número de hojas por planta con 13.27 y 12.92 hojas/planta respectivamente. Los tratamientos formados por la variedad Bourbon + 0 ml y Tabi + 0 ml, formaron los menores valores para esta variable evaluada con 8.55 y 8.85 hojas/planta respectivamente.

Figura 6

Comparación de medias para el número de hojas por planta de café. (Tukey $p < 0,05$).



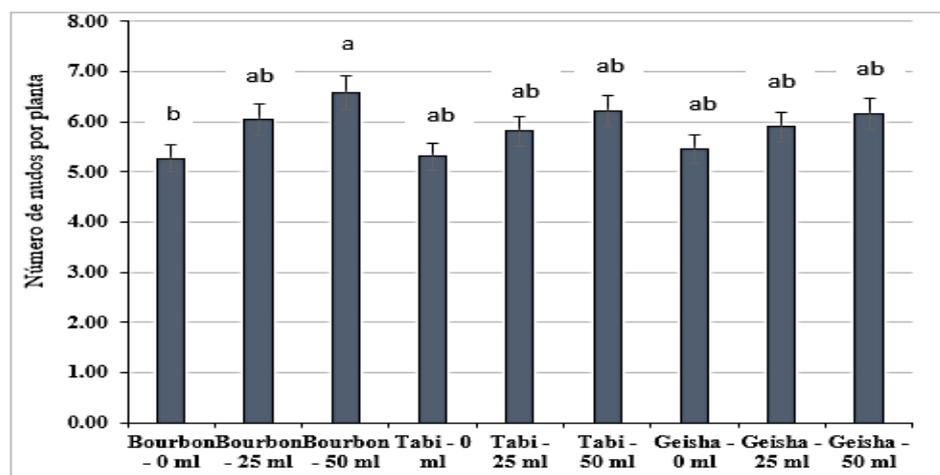
Número de nudos por planta

En la tabla 6 del anexo 2, se muestra el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia, para la variable número de nudos por planta, donde no se observa diferencia significativa entre la interacción de los factores, sin embargo, se muestra la formación de tres grupos, además se obtuvo diferencias estadísticamente significativas para cada factor, esto hace saber que los factores hacen efecto sobre el número de nudos por planta de forma independiente, más no de manera conjunta. El coeficiente de variación fue de 7.53 %, siendo éste un valor óptimo.

En el gráfico de barras mostrado en la figura 7, se presentan las medias de los tratamientos, en donde se puede evidenciar diferencias entre ellos para el número de nudos por plantas de café; se ha formado tres grupos, donde los tratamientos formados por la variedad Bourbon + 50 ml (T3) y Tabi + 50 ml (T6) obtuvieron los mayores valores para el número de nudos por planta con 6,57 y 6,22 respectivamente, éstos formaron el grupo A. Por el contrario, los tratamientos formados por la variedad Bourbon + 0 ml y Tabi + 0ml (T4) fueron los que mostraron los menores valores en cuanto a la presente variable evaluada con 5.27 y 5.30 nudos por planta respectivamente.

Figura 7

Comparación de medias para el número de nudos por planta de café. (Tukey $p < 0,05$).

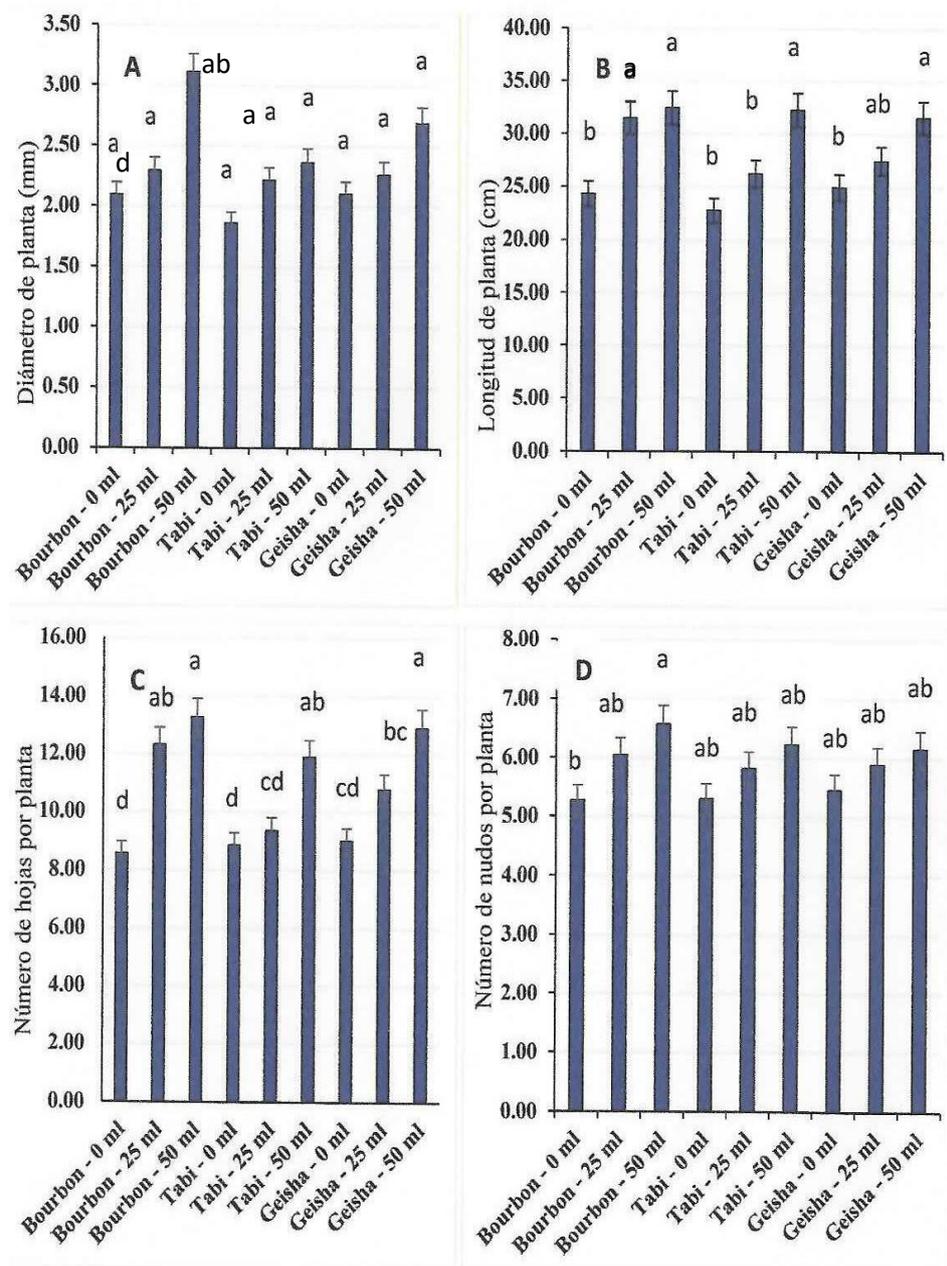


3.2. Dosis de biol

Al realizar las comparaciones múltiples de Tukey con las medias de las variables número de hojas, longitud de planta, diámetro de planta y número de nudos por planta (figura 8) del presente trabajo, se muestra que la dosis con la que se obtuvo los mayores valores fue con 50 ml/planta.

Figura 8

Gráfico de barras de variables indicadores del efecto de la interacción variedad de café más dosis de biol. A: Diámetro de planta. B: Longitud de planta. C: Número de hojas por planta. D: Número de nudos por planta.



3.3. Variedades de café

El presente trabajo estuvo basado en estudiar el comportamiento de tres variedades de café frente a la aplicación de biol; como resultado se evidenció que la variedad Bourbon fue la que tuvo un mejor comportamiento agronómico en las variables evaluadas como la altura de planta, el diámetro del tallo, el número de hojas por planta y el número de nudos por planta (figura 8). Las variedades Tabi y Geisha mostraron efectos inferiores a la variedad Bourbon.

3.4. Interacción de variedades de café y dosis de biol

Realizando la interacción de factores, se obtuvo mejores resultados en el T3, producto de la combinación de la variedad Bourbon + la dosis 50ml/planta (figura 8). Por otro lado, el T4, formado por la combinación de la variedad Tabi + la dosis 0 ml/planta, mostró menores valores respecto a los demás tratamientos.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Comportamiento fenológico

Diámetro de planta

Cosme et al. (2020), evaluó el comportamiento agronómico de las plantas de café en condiciones de invernadero; una de las variables evaluadas en este estudio fue el diámetro de tallo, donde no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, sin embargo, los resultados mostraron que el uso del abono orgánico acelerado estimula el diámetro de tallo en plantas de café (5,742 mm) si se compara con el tratamiento testigo (5,412 mm). Los resultados mostrados anteriormente concuerdan con los resultados de esta investigación, pues no presenta diferencias significativas para la variable diámetro de planta, sin embargo, se evidencia el efecto del biol sobre las plantas de café, ya que el tratamiento T3 influenciado por la mayor dosis ha mostrado el mayor diámetro del tallo. Por su parte Caicedo y Chavarriaga (2007), evaluaron la respuesta de plántulas en almácigo a la aplicación de diferentes dosis de silicio, donde se corrobora el efecto del mismo sobre las plántulas de café mostrando sus mejores promedios que fluctúan de 3,3 a 3,5 mm de diámetro de tallo si se compara con el testigo de 2,56 mm. Estos resultados también son semejantes a los resultados obtenidos en nuestro trabajo, pues se evidencia la influencia del silicio sobre el diámetro de las plántulas de café al igual que la influencia del biol aunado a la mejor dosis, reflejado en el tratamiento T3.

Longitud de planta

Aguilar, et al. (2016), estudiaron la respuesta de las plantas de café en etapa de vivero, manejadas bajo el enfoque ecológico para el uso de tres abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono) empleados bajo diferentes proporciones (25, 50, 75 y 100 %), en el cual se observó diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos para la variable altura de planta, donde el tratamiento formado por 25 % de composta fue superior estadísticamente, por el contrario, el tratamiento formado por el 100 % de vermiabono mostró la menor longitud en altura de planta. Los resultados mostrados difieren con los resultados de esta investigación, pues se

ha demostrado la mayor longitud de planta con la mayor dosis de biol utilizada (50 ml), reflejados en los tratamientos T3 y T6 (figura 5).

Así mismo Adriano et al. (2011), evaluaron la variable longitud de tallo, desde la parte basal hasta la parte apical de la planta; se observó diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos, siendo el tratamiento T8 el que obtuvo la mayor longitud de tallo con 18.7 cm, esto hace evidenciar el efecto positivo de los biofertilizantes en el crecimiento de las plantas de café en etapa de vivero. De modo similar en el presente estudio de investigación, los datos obtenidos para los tratamientos en la variable longitud de planta, mostraron diferencias estadísticamente significativas, además las comparaciones múltiples de Tukey los agruparon en tres grupos estadísticamente diferentes; el tratamiento que mostró el mayor valor en longitud de planta fue el T3 con 32.43 cm, poniendo en evidencia el efecto positivo del biol con su mayor dosis. Por su parte Rafael, et al., (2012), mencionan que la fertilización foliar con abonos orgánicos líquidos o bioles, influenciado por su nivel de aplicación, tienen un efecto positivo sobre el crecimiento de plantas de café en vivero.

Número de hojas por planta

Jaulis et al. (2020), en su trabajo de investigación evaluaron el efecto combinado de los abonos orgánicos Churufér y Churubiol, elaborado en la finca Churupampas, en la producción de plantas de café (variedad Caturra amarillo); una de las variables que se tomaron en cuenta fue el número de hojas por planta, donde el tratamiento T8 influenciado por el Churubiol mostró el mayor valor en cuanto al número de hojas, además se pudo observar, que al realizar las comparaciones múltiples se obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos agrupados en siete diferentes grupos, evidenciando así el efecto estimulante positivo del Churubiol para incrementar el número de hojas por planta de café. Los resultados del estudio descrito guardan relación con el presente trabajo corroborando el efecto positivo como estimulante del biol influenciado por la mayor dosis (50 ml) se vio reflejado en el T3 con un promedio de 13.27 hojas por planta de café; en este trabajo se pudo evidenciar también diferencias estadísticamente significativas para la variable número de hojas por planta.

Miranda (2018), evaluó el efecto del abono orgánico líquido (biol) sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de bolaina blanca (*Guazuma crinita C. Martius*) e fase de vivero, en este trabajo de investigación se pudo verificar que el componente del biol que hizo uno de los mayores efectos para la mayor producción de hojas por planta fue el estiércol de vaca, componente que también se utilizó para la formulación del biol utilizado en el presente trabajo de investigación.

Número de nudos por planta

Piedra (2019), en su trabajo de investigación, evaluó el efecto de sustratos en el comportamiento agronómico del cultivo de café; se evaluaron variables como el número de nudos por planta, para lo cual se realizó el análisis de varianza, donde el p – valor fue mayor a 0.05 demostrando así que no hubo diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos evaluados. Estos resultados mostrados respecto a la significancia, guardan relación con los resultados de nuestra investigación, pues no se encontró diferencias significativas para la variable número de nudos por planta. No obstante, se pudo corroborar en ambos trabajos de investigación la diferencia aritmética entre los tratamientos, ya que fueron agrupados estadísticamente en diferentes grupos debido a su valor promedio; esto nos hace conocer que tanto los sustratos sólidos y líquidos (biol), hacen efectos no representativos para la formación de nudos en las plantas de café en etapa de vivero.

4.2. Dosis de biol

Siura et al. (2019), en su trabajo de investigación, estudió el efecto del biol y su comparación con abono verde sobre la producción de espinaca *Clotaria juncea*, donde se obtuvo resultados favorables para el biol comparados con el abono verde, pues se evidenció mayores valores en la mayoría de las variables evaluadas en este estudio. Los resultados descritos guardan relación con los resultados de este trabajo, pues los tratamientos que recibieron biol sin importar la dosis, obtuvo mejores resultados comparado con los tratamientos que no recibieron biol, demostrando así su efecto positivo.

Así también Siura (2008), menciona que el abono orgánico líquido (biol) es de mucha utilidad para los agricultores porque su obtención requiere menor

inversión y genera efectos iguales o mayores que los abonos químicos, ayudando en las actividades fisiológicas de las plantas y su desarrollo vegetativo.

4.3. Variedades de café

Anaya et al. (2011) describe como una de sus bondades de la variedad Bourbon como un tipo de café de alta calidad con un buen rendimiento en tasa y su aspecto dulce en grano, además menciona que su fisiología responde es de fácil asimilación de nutrientes, lo que coincide con nuestro trabajo de investigación, lo cual demostró una buena respuesta frente a la aplicación de biol sin importar la dosis, comparado con el testigo.

4.4. Interacción de variedades de café y dosis de biol

Jaulis et al. (2020), mencionan que la producción de plántones de café a nivel de vivero, haciendo uso de abonos orgánicos líquidos como el biol es eficiente y rentable para los agricultores. Lo mencionado guarda relación con el presente trabajo de investigación realizado, pues se ha demostrado la eficiencia del biol influenciado por la dosis más óptima, obteniendo plántulas de café con mejores características agronómicas comparados con el testigo. Por otro lado, Rafael, et al., (2012), mencionan también que el éxito de una planta de café depende mucho del tipo de planta que se lleve a campo, por lo que la nutrición y el manejo a nivel de vivero es fundamental.

La fisiología de las plantas no son exactamente las mismas, su respuesta a la asimilación de los nutrientes es diferentes (Gómez, 2014), esto explica la mejor respuesta de la variedad Bourbon a la aplicación de biol comparado con las de más variedades de café estudiadas en este trabajo. La variedad Bourbon demostró mejores respuestas en diámetro de planta, longitud de planta, número de hojas por planta y número de nudos por planta como parámetros evaluados para estimar el comportamiento fisiológico frente a la aplicación del biol.

V. CONCLUSIONES

Durante el comportamiento fenológico del café (variedad * dosis), se concluye que el biol ha influenciado de manera positiva en el comportamiento fenológico del café en la variedad Bourbon. Hubo diferencias estadísticamente significativas para las variables longitud de planta y número de hojas, mientras que para las variables diámetro de tallo y número de nudos por planta no se encontraron diferencias significativas.

De manera independiente se ha evidenciado que el factor dosis de biol ha influenciado en la fenología del cultivo, de los cuales la dosis 50 ml/planta mostró los mejores resultados en los tratamientos. La dosis 0 ml/planta tuvo menores efectos respecto a las demás dosis

Respecto a las variedades de café, la que tuvo un mejor comportamiento fisiológico frente a la aplicación de biol fue la variedad Bourbon, mientras que la variedad Tabi fue la que mostró menor efecto.

Realizando la interacción de los factores (variedad * dosis), haciendo uso de abonos orgánicos líquido como el biol nos ha demostrado su eficiencia, en donde la variedad Bourbon + 50 ml de biol, presenta mejores respuestas en diámetro de planta, longitud de planta, número de hojas por planta y número de nudos por planta, comparado con las de más variedades de café estudiadas en este trabajo.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar trabajos de investigación dónde se pueda evaluar y comparar el contenido de clorofila en las hojas del café en etapa de vivero, pues es una característica fundamental para corroborar la vigorosidad de los plántones.

Es fundamental estudiar el efecto de otras dosificaciones con mayor número de variedades de café, además se recomienda probar sustratos ya que es una fuente sustancial en la etapa del crecimiento y desarrollo de la planta en etapa de vivero.

Urge realizar trabajos de investigación con fertilizantes líquidos (biol) en campo definitivo, para evaluar el comportamiento productivo del cultivo de café como respuesta a la aplicación del biol.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriano, M. L., Jarquín, R., Hernández, C., Salvador, M., Monreal, C. T. (2011). Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2 (1), 417 – 431.
- Aguilar, C. E., Alvarado, I., Martínez, F. B., Galdámez, J., Gutiérrez, A., Morales, J. A. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Siembra*, 3, 11 – 20.
- Anaya, M., Gálvez, R., Ramos, C., Figueroa y Clara, M., & Vargas, M. (2011). Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc. Vol. 2 Núm. 3 p. 303-470*.
- Anjos, F. S. dos, Belik, W., & Caldas, N. V. (2011). La caficultura en Brasil: Evolución, situación actual y nuevos retos cara al futuro. *Mundo Agrario*, 12(23), 28.
- Arevalo, S.; González, L.; Maroto A.; Delgado, L.; Montoya R. (2017). Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas. San Jose: Intituto interamericano de cooperación para la agricultura.(IICA).
- Aristizábal, L. F., Bustillo, A. E., & Arthurs, S. P. (2016). Integrated Pest Management of Coffee Berry Borer: Strategies form Latin America that Could Be Useful for Coffee Farmers in Hawaii. *Insects*, 7(6).
- Asociación Nacional del Café ANACAFÉ, (2019). Guía de variedades de café. Guatemala.
- Caicedo, L. M. & Chavarriaga, W. (2007). Efecto de la aplicación de dosis de silicio sobre el desarrollo en almácigo de plántulas de café variedad Colombia. *Agronomía*, 15(1), 27 – 37.
- Chatzistathis, T., Tzanakakis, V. A., Papaioannou, A., & Giannakoula, A. (2022). Comparative Study between Urea and Biogas Digestate Application towards Enhancing Sustainable Fertilization Management in Olive (*Olea europaea* L., cv. ‘Koroneiki’) Plants. *Sustainability*, 14(8), 4785.
- Cosme, R., Reynoso, A., Adama, E. R. & Pocomucha, V. (2020). Efecto del abono orgánico acelerado en plantones de café (*Coffea arabica* L.). *Anales científicos*, 81(2), 376 – 384.
- Gamboa Arenas, P. (2019). Aplicación de biol mediante la técnica en ferdín en el crecimiento de *Coffea arabica* L. variedad Catuai, en Satipo. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo.

- Gómez, V. B. (2014). El calcio y su asimilación por parte de las plantas. *Cannabis Magazine: La revista de los profesionales y amantes del cáñamo*, (125), 58-63.
- Gotteland, M., & de Pablo V, S. (2007). Algunas verdades sobre el café. *Revista chilena de nutrición*, 34(2), 105-115.
- Honorio, J. L., (2019). Efecto del tipo y escarificación de la semilla de café (*Coffea arabica* Pierre) y su rrelación con el desarrollo de plántones en vivero en Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Departamento de Agronomía, Huánuco. Tesis de pregrado.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA. (2020). Elaboracion de Biol.
- INIA. (2008). Producción y Uso de biol. Dirección de Investigación Agraria, Sub Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología. Lima- Perú: Marco Mezones SLM GRAFIC.
- Jaulis, J., Martínez, A., Juscamaita, J., Adama, E., Adama, J. (2020). Efecto de la aplicación combinada de abono líquido y sólido en la producción de plántines de café (*Coffea arabica*) cultivado bajo condiciones de vivero en Chirinos, Cajamarca, Perú. *Anales científicos*, 81 (2), 336 – 346.
- Jaramillo, J. L., Montoya, E. C., Benavides, P., & Góngora B., C. E. (2015). *Beuveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de la broca del café en frutos del suelo. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), 95-104.
- Lechthaler, F., & Vinogradova, A. (2017). The climate challenge for agriculture and the value of climate services: Application to coffee-farming in Peru. *European Economic Review*, 99, 5–30.
- López, R. S., Fernández, D. G., Silva López, J. O., Rojas Briceño, N. B., Oliva, M., Terrones Murga, R. E., Trigoso, D. I., Castillo, E. B., & Barrena Gurbillón, M. Á. (2020). Land suitability for coffee (*coffea arabica*) growing in Amazonas, Peru: Integrated use of AHP, GIS and RS. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(11), 1–21.
- MIDAGRI. (2020). Minagri y el sector cafetalero impulsan estrategia para la promoción del consumo de café peruano.
- MIDAGRI. (2021). Perú se consolida como octavo exportador mundial de café. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/523046-midagri-peru-se-consolida-como-octavo-exportador-mundial-de-cafe>

- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2021). Reporte de Comercio Regional 2021, Primer Semestre Amazonas. Reporte de Comercio - Reporte Comercio Regional - RCR - Amazonas 2021 - I Sem.
- Miranda, E. (2018). Efecto de tres tipos de abono orgánico líquido (biol), en la etapa de desarrollo en vivero de bolonia blanca (*Guazuma crinita C. Martius*) en Pucallpa Perú. *Revista Tzhoecoen*, 10 (3), 1997 – 8731.
- Oblitas Castro, M. A. (2019). Aplicación de biol en cultivos de rábano (*Raphanus sativus*).
- Oliva, M., Rubio, K., Rivasplata, E., & Leiva, S. (2020). Integrated management of the coffee berry borer: A comparison of cultural, biological, and ethological control. *Entomological Research*, 50(11), 539 - 544.
- Piedra Abad, A. A. (2019). Efecto de sustratos en semillero y en vivero para variedades de café de altura, Noroccidente-Pichincha (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Rafael, R., Medina, M., Gago, D., Díaz, H., (2012). Fertilización con fuentes orgánicas en dos variedades de café (*Coffea arabica* L.) a nivel de vivero. *Investigación y Amazonía*, 2 (1-2), 60 – 66.
- Sadeghian Khalajabadi, S., & González Osorio, H. (2012). Alternativas generales de fertilización para cafetales en la etapa de Levante. In *Cenicafé*.
- Salazar, P. & Castillo, G. (2018). *Fundamentos Básicos de la Estadística*. Mc Graw Hilleducation- México, pág. 1-126.
- Saray Siura, C. (2008). uso de abonos orgánicos en producción de hortalizas. *Departamento de horticultura UNALM, Lima-Perú*.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, (2018). Manual para la producción de semilla certificada de café en México. México.
- Siura, S., Yarasca, I. M., & Dávila, S. (2009). Efecto del biol y la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) en la producción de espinaca (*Spinacea oleracea*) bajo cultivo orgánico. In *Anales científicos* (Vol. 70, No. 1, pp. 1-8). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- The Climate Institute. (2016). A Brewing Storm: The climate change risks to coffee. <https://fairtrade-advocacy.org/media-centre/news-archive/a-brewing-storm-the-climate-change-risks-to-coffee>.
- Vargas, T. R. (2011). “Aplicacion foliar de bioles en el cultivo de cafeto, (*Coffea*

arabica L.) variedad caturra, en etapa de fructificación en la provincia de el Dorado.” Universidad Nacional de San Martín.

Velmourougane, K., Bhat, R., & Gopinandhan, T. (2010). Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*) - A Vector for Toxigenic Molds and Ochratoxin A Contamination in Coffee Beans. *Foodborne Pathogens and disease*, 7(10), 1279 – 1284.

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis del biol utilizado en la investigación

Tabla 2

Análisis de componentes de fertilización del biol utilizado en el trabajo de investigación.



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONÍA PERUANA

CERTIFICADO INDECOPI N° 00072183

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE FERTILIZANTES

N° SOLICITUD : AFER0020-22
 SOLICITANTE : YLRROY GARCÍA SILVA (RESOLUCION DE PROYECTO DE TESIS N°027-2022 - UNTRM- FICA)
 PROCEDENCIA : LONYA GRANDE - AMAZONAS
 TIPO DE FERTILIZANTE : BIOL

FECHA DE MUESTREO : 28/06/2022
 FECHA DE RECEP. LAB : 30/06/2022
 FECHA DE REPORTE : 09/07/2022

ITEM	Número de Muestra				pH	C.E. dS/m	N	P	S-SO ₄ ⁻²	Potasio	Calcio	Magnesio	Sodio	Zinc	Cobre	Manganeso	Hierro	Boro	M.O	
	Laboratorio	Campo					%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
01	22	06	0073	MUESTRA-1		7.80	6.62	0.13	0.02	0.10	0.25	28.51	0.06	<0,1	1.49	7.96	50.75	726.37	12.94	5.21

METODOLOGIA:	
pH	: Potenciometro (1:2.5)
CONDUCC. ELECTRICA	: Conductímetro (1:2.5)
NITROGENO	: Norma Técnica Peruana 311.011.2014
FOSFORO, POTASIO, CALCIO, MAGNESIO, AZUFRE, SODIO, HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO, BORO, CADMIO	: Norma Técnica Peruana 311.557.2013

Nota: El laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.

La Banda de Shilcayo, 09 de Julio del 2022

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
TARAPOTO - PERU
 Cesar O. Arevalo Hernandez, MSc
 JEFE DE DPTO. DE SUELOS

ANEXO 2. Análisis de varianza (ANVA) de variables evaluadas

Tabla 3

Tabla de análisis de varianza (ANVA) para el diámetro de planta (mm).

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Variedad	0.57	2	0.29	1.48	0.2581
Dosis	2.31	2	1.15	5.97	0.0116
Variedad*Dosis	0.42	4	0.10	0.54	0,7104
Error	3.09	16	0.19		
Total	6.50	26			

CV = 18.87 %

Tabla 4

Tabla de análisis de varianza (ANVA) para la longitud de planta (cm).

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Variedad	24.34	2	12.17	3.79	0.0450
Dosis	296.54	2	148.27	46.16	0.0001
Variedad*Dosis	30.03	4	7.51	2.34	0,0095
Error	51.40	16	3.21		
Total	407.90	26			

CV = 6.37 %

Tabla 5

Tabla de análisis de varianza (ANVA) para el número de hojas por planta.

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Variedad	8.45	2	4.22	9.98	0.0015
Dosis	68.44	2	34.22	80.86	0,0001
Variedad*Dosis	8.26	4	2.06	1.76	0,0092
Error	6.77	16	0.42		
Total	93.40	26			

CV = 6.04 %

Tabla 6

Tabla de análisis de varianza (ANVA) para el número de nudos por planta.

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Variedad	0.16	2	0.08	0.40	0.6748
Dosis	4.33	2	2.17	11.12	0.0009
Variedad*Dosis	0.28	4	0.07	0.36	0.8322
Error	3.11	16	0.19		
Total	9.41	26			

CV = 7.53 %

ANEXO 3. Resumen de datos

Tabla 7

Matriz general de base de datos para el diámetro de plantas de café.

A	B	Tratamiento	Repetición	Diámetro de planta
1	1	1	1	2.27
1	1	1	2	2.17
1	1	1	3	1.83
1	2	2	1	2.53
1	2	2	2	1.83
1	2	2	3	2.50
1	3	3	1	2.54
1	3	3	2	2.50
1	3	3	3	4.30
2	1	4	1	1.80
2	1	4	2	1.87
2	1	4	3	1.90
2	2	5	1	2.47
2	2	5	2	2.00
2	2	5	3	2.17
2	3	6	1	2.50
2	3	6	2	2.07
2	3	6	3	2.50
3	1	7	1	2.00
3	1	7	2	2.50
3	1	7	3	1.80
3	2	8	1	2.27
3	2	8	2	2.50
3	2	8	3	2.00
3	3	9	1	2.53
3	3	9	2	2.83
3	3	9	3	2.70

Tabla 8*Matriz general de base de datos para la longitud de plantas de café.*

A	B	Tratamiento	Repetición	Longitud de planta
1	1	1	1	23.60
1	1	1	2	23.60
1	1	1	3	25.33
1	2	2	1	32.33
1	2	2	2	30.00
1	2	2	3	32.00
1	3	3	1	33.40
1	3	3	2	31.70
1	3	3	3	32.20
2	1	4	1	22.30
2	1	4	2	23.00
2	1	4	3	22.90
2	2	5	1	25.80
2	2	5	2	29.70
2	2	5	3	23.00
2	3	6	1	32.67
2	3	6	2	31.67
2	3	6	3	32.33
3	1	7	1	25.67
3	1	7	2	26.80
3	1	7	3	22.33
3	2	8	1	26.67
3	2	8	2	30.33
3	2	8	3	25.33
3	3	9	1	32.33
3	3	9	2	30.20
3	3	9	3	32.00

Tabla 9*Matriz general de base de datos para número de hojas por plantas de café.*

A	B	Tratamiento	Repetición	N° de hojas/planta
1	1	1	1	9.33
1	1	1	2	8.75
1	1	1	3	7.56
1	2	2	1	12.30
1	2	2	2	12.67
1	2	2	3	12.00
1	3	3	1	13.50
1	3	3	2	13.70
1	3	3	3	12.60
2	1	4	1	10.33
2	1	4	2	7.90
2	1	4	3	8.31
2	2	5	1	9.00
2	2	5	2	9.33
2	2	5	3	9.70
2	3	6	1	11.67
2	3	6	2	12.00
2	3	6	3	12.00
3	1	7	1	9.33
3	1	7	2	9.33
3	1	7	3	8.30
3	2	8	1	11.00
3	2	8	2	10.33
3	2	8	3	11.00
3	3	9	1	13.33
3	3	9	2	12.10
3	3	9	3	13.33

Tabla 10*Matriz general de base de datos para el número de nudos por planta de plantas de café.*

A	B	Tratamiento	Repetición	N° de nudos/planta
1	1	1	1	5.80
1	1	1	2	4.00
1	1	1	3	6.00
1	2	2	1	6.67
1	2	2	2	5.12
1	2	2	3	6.33
1	3	3	1	6.67
1	3	3	2	6.33
1	3	3	3	6.71
2	1	4	1	5.60
2	1	4	2	5.00
2	1	4	3	5.30
2	2	5	1	5.67
2	2	5	2	6.10
2	2	5	3	5.67
2	3	6	1	6.00
2	3	6	2	6.33
2	3	6	3	6.33
3	1	7	1	5.67
3	1	7	2	5.00
3	1	7	3	5.67
3	2	8	1	6.00
3	2	8	2	5.67
3	2	8	3	6.00
3	3	9	1	6.00
3	3	9	2	6.12
3	3	9	3	6.33

Anexo 03. Panel fotográfico

Figura 9

Preparación de sustrato para llenado de bolsas de vivero. A: Cernido de sustrato. B: Mezclado del sustrato. C: Llenado de bolsas.



Figura 10

Instalación de camas. A: Trazado de camas de vivero. B: Elaboración de camas. C: Colocación de bolsas en camas de vivero.



Figura 11

Trasplante de platines de café. A: Plantines en almácigo. B. Extracción de plantines del almácigo. C: Repique de plantines.



Figura 12

Instalación y mantenimiento. A: Plantines de café distribuidos en tratamientos. B: Riego de plantines como parte de las labores culturales.



Figura 13

Proceso de elaboración del biol. A: Insumos utilizados en la elaboración. B: Mezclado del biol. C: Colocación del indicador de fermentación del biol.



Figura 14

Evaluación de variables de la investigación. A: Medida de la longitud de la planta de café. B: Plantas de café vigorosas.

