

**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**

**“EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN LA
PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea
arabica*) A NIVEL DE INVERNADERO EN EL DISTRITO
DE BAGUA GRANDE, AMAZONAS – 2019”**

Autor: Bach. Chenier Pepe Delgado Cruzalegui

Asesor: Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar.

Registro: ()

CHACHAPOYAS – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios.

Por permitir que cumpla mi meta a este momento, por brindarme salud y fortaleza para lograr mis objetivos, además de su infinito amor y bondad. todo, por su amor.

A mi madre Carmen.

Por haberme dado la vida, brindarme su amor y apoyo mutuo, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me permitió ser una persona de bien. Te amo Mamá.

A mi padre Jesús.

Por brindarme su apoyo, enseñarme y guiarme en lo bueno de la vida, por darme fortaleza y ánimos para seguir adelante, por ser el mejor padre del mundo. Gracias Papá, te amo.

A mi novia Keyla.

Tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos, estuviste motivándome y ayudándome, hasta donde tus alcances lo permitían, te agradezco muchísimo amor.

A mis amigos.

Por compartir conmigo buenos y malos momentos, brindándome su apoyo incondicional en todo mi camino, y a todos que participaron directa e indirectamente en la elaboración de esta tesis. ... ¡Gracias a ustedes!...

Chenier Pepe Delgado Cruzalegui

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A la **Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma - Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias** de la **Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas**, por permitir que me forje como profesional bajo la estricta y continua dedicación de los docentes que, con nobleza, entusiasmo y la suficiente experiencia, nos impartieron sus conocimientos los que contribuyeron significativamente en mi formación profesional y así ser mejor profesional cada día y ser cada vez más competitivo.

A mis padres, **Carmen y Jesús**, a mi novia **Keyla** por su ayuda fundamental y por la confianza que depositaron en mí, y el gran esfuerzo que hicieron para que pueda lograr con éxito mi carrera profesional.

A mi asesor de mi tesis **Ing. Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar**, por su valiosa sugerencia y una acertada orientación para llevar a cabo el presente trabajo y por su incondicional apoyo con sus conocimientos, orientaciones, paciencia y su gran motivación, que han sido fundamental para mi formación profesional y para el desarrollo de la investigación.

A los encargados del **vivero de la Municipalidad Provincial de Utcubamba**, por brindarme un área en el cual se realizó esta tesis y por el apoyo brindado en la evaluación de plántones de café.

A todas las personas que me apoyaron y creyeron en mí. **¡MUCHAS GRACIAS!**

Chenier Pepe Delgado Cruzalegui

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

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
RECTOR**

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Dr. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

**VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL**



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

ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Efecto de los abonos orgánicos en la producción de dos variedades de café (Coffea arabica) a nivel de invernadero en el distrito de Balsa Grande, Amazonas -2019; del egresado Bach. Chenier Pepe Delgado Cruzalegui de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.



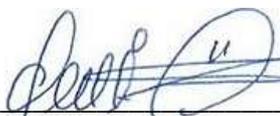
El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 20 de septiembre de 2020

Firma y nombre completo del Asesor

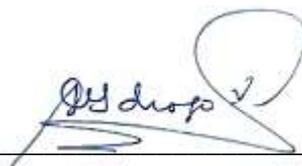
Ing. Mg.Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar
Docente de la UNTRM - A
Asesor

JURADO EVALUADOR DE TESIS



LIGIA MAGALI GARCÍA ROSERO, PhD

PRESIDENTE



Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ

SECRETARIO



Ing. Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI

VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL
TÍTULO PROFESIONAL



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

ANEXO 3-0

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

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

Efecto de los abonos orgánicos en la producción de dos variedades de café (Coffea arabica)
a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande, Amazonas - 2019.

presentada por el estudiante ()/egresado (X) Bach. Chenier Pepe Delgado Cruzalegui
de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma

con correo electrónico institucional 071006A101@untrm.edu.pe

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

- La citada Tesis tiene 20 % 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, 09 de febrero del 2021



SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....

.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL



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

ANEXO 3-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 23 de Marzo del año 2021, siendo las 4.00 horas, el aspirante: Bach. Chenier Pepe Delgado Cruzalegui, defiende en sesión pública presencial () / a distancia (X) la Tesis titulada: "Efecto de los abonos orgánicos en la producción de dos variedades de café (Coffea arabica) a nivel de invernadero en el Distrito de Bagua Grande, Amazonas - 2019", teniendo como asesor a Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar, 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: Ph.D. Ligia Magali García Rosero

Secretario: Ing. Guillermo Idrogo Vázquez

Vocal: Ing. Mg. Sc. Armstrong Bernad Fernández Jeri.

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)

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 18:00 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

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO	
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO	
PROFESIONAL	v
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	vi
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL	
TÍTULO PROFESIONAL	vii
ACTA DE EVALUACION DE TESIS PARA OBTENER TÍTULO	
PROFESIONAL.....	viii
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	17
II. MATERIALES Y MÉTODOS	19
2.1 Área de estudio	19
2.1.1 Características agroclimáticas	19
2.1.2 Características edafológicas	20
2.2 Material experimental.....	20
2.2.1 Material botánico	20
2.2.2 Material, Abono orgánico y sus características fisicoquímicas	20
2.2.3 Materiales, equipos e insumos de campo	21
2.3 Métodos	22
2.3.1 Distribución experimental y ejecución en campo.....	22
2.3.2 Tratamientos del estudio	23
2.3.3 Características del área experimental.....	23
2.4 Conducción del experimento	24
2.4.1 Reconocimiento y demarcación del área experimental	24

2.4.2	Acondicionamiento del área para los abonos orgánicos	24
2.4.3	Elaboración de los abonos orgánicos.....	24
2.4.3.1	Compost.	25
2.4.3.2	Bokashi	26
2.4.3.3	EM – 1	26
2.4.4	Análisis de los abonos orgánicos	27
2.4.5	Selección de la semilla	28
2.4.5.1	Selección de plantas madre	28
2.4.6	Cosecha, recolección y desinfección de la semilla	28
2.4.7	Germinador del café	29
2.4.7.1	Preparación de la cama almaciguera	29
2.4.7.2	Manejo del germinador	30
2.4.7.3	Germinación de plántulas de café.....	30
2.4.8	Manejo del vivero	31
2.4.8.1	Preparación de las parcelas experimentales	31
2.4.8.2	Preparación del sustrato.....	31
2.4.8.3	Llenado de bolsas	31
2.4.8.4	Selección y trasplante de plántulas (mariposa) a las bolsas	31
2.4.8.5	Control de malezas.....	32
2.4.8.6	Riego	32
2.4.8.7	Control de plagas y enfermedades.....	32
2.4.8.8	Etiquetado:.....	32
2.5	Análisis	33
2.5.1	Esquema del análisis de varianza	33
2.5.2	Población y muestra	34
2.6	Variables en estudio y metodología de evaluación.	35
2.6.1	Variables Independientes.	35
2.6.2	Variables dependientes	35
2.6.2.1	Altura de planta.....	35
2.6.2.2	Diámetro de tallo	35
2.6.2.3	Número hojas.....	35
III.	RESULTADOS	36

3.1	Analizar la interacción entre los abonos orgánicos y la producción de las dos variedades de café (Catimor y Geisha) a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.....	36
3.1.1	Altura de planta.....	36
3.2	Determinar el sustrato más adecuado (Compost, Bokashi y EM - 1) para la producción de café (Catimor y Geisha) a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.....	43
3.3	Identificar la variedad de café que presenta mejor respuesta a los abonos orgánicos para la producción a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.	44
IV.	DISCUSIÓN.....	46
4.1	Analizar la interacción entre los abonos orgánicos y la producción de las dos variedades de café (Catimor y Geisha) a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.....	46
4.1.1	Altura de planta.....	46
4.1.2	Diámetro de Tallo.....	47
4.1.3	Número de Hojas.....	47
4.2	Sustrato más adecuado (Compost, Bokashi y EM - 1) para la producción de café (Catimor y Geisha) a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.	48
4.2.1	Altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.....	48
4.3	Identificar la variedad de café que presenta mejor respuesta a los abonos orgánicos para la producción a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.	49
V.	CONCLUSIONES.....	51
VI.	RECOMENDACIONES.....	52
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
	ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características fisicoquímicas de los abonos orgánicos empleados en la investigación.	21
Tabla 2. Factores y tratamientos de estudio.	23
Tabla 3. Evaluación de la germinación de las variedades de café	30
Tabla 4: Análisis de varianza (ANOVA)	33
Tabla 5. Análisis de varianza (ANOVA) de la variable altura de planta.	36
Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) de la variable diámetro de tallo.....	38
Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) de la variable altura de planta.	41
Tabla 8. Medias y desviación estándar de las variables evaluadas para las interacciones y componentes principales de sustratos.	43
Tabla 9. Medias y desviación estándar de las variables evaluadas para las interacciones y componentes principales de variedades de café.....	44
Tabla 10. Comparación de medias de altura de planta para las interacciones (Abono orgánico y variedad de café) según Tukey a una confianza de 95%.	59
Tabla 11. Comparación de medias de altura de planta para abonos orgánicos según Tukey a una confianza de 95%.	59
Tabla 12. Comparación de medias de altura de planta para variedades según Tukey a una confianza de 95%.	59
Tabla 13. Comparación de medias de diámetro de tallo para las interacciones (Abono orgánico y variedad de café) según Tukey a una confianza de 95%.	60
Tabla 14. Comparación de medias de diámetro de tallo para abonos orgánicos según Tukey a una confianza de 95%.	60
Tabla 15. Comparación de medias de diámetro de tallo para variedades según Tukey a una confianza de 95%.....	60
Tabla 16. Comparación de medias de número de hojas para las interacciones (Abono orgánico y variedad de café) según Tukey a una confianza de 95%.	60
Tabla 17. Comparación de medias de número de hojas para abonos orgánicos según Tukey a una confianza de 95%.	61
Tabla 18. Comparación de medias de número de hojas para variedades según Tukey a una confianza de 95%.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio.....	19
Figura 2: Ubicación distribución del área de abonos orgánicos	24
Figura 3. Área de selección de la semilla de café (SCAN, 2014).....	28
Figura 4. Comparación de medias de altura de plantas para las interacciones según prueba de Tukey al 95% de confianza.	37
Figura 5. Distribución de medias de altura de plantas para las interacciones.....	38
Figura 6. Distribución de medias de diámetro de tallo para las interacciones.....	39
Figura 7. Distribución de medias de diámetro de tallo para componentes principales Sustratos.	40
Figura 8. Distribución de medias de diámetro de tallo para componentes principales Variedades.....	40
Figura 9. Comparación de medias de número de hojas para las interacciones según prueba de Tukey al 95% de confianza.	42
Figura 10. Distribución de medias de número de hojas para las interacciones.	42
Figura 11. Datos meteorológicos del campo experimental, vivero municipal Distrito Bagua Grande.....	61
Figura 12. Análisis químico del Compost utilizado en el experimento	62
Figura 13. Análisis químico del Bokashi utilizado en el experimento	62
Figura 14. Análisis químico del EM - 1 utilizado en el experimento	63
Figura 15. Croquis de la unidad experimental evaluada.....	63
Figura 16. Croquis de distribución de los tratamientos en el área experimental	64
Figura 17. Insecticida Chupadera 740 PM.....	64
Figura 18. Germinador para café.....	65
Figura 19. Instalación de tratamientos en los bloques	65
Figura 20. Control de malezas	66
Figura 21. Etiquetado de tratamientos	66
Figura 22. Cartillas Técnicas de evaluación	67

Figura 23. Evaluación de altura de planta.....	67
Figura 24. Evaluación diámetro de tallo	68
Figura 25. Evaluación del número de hojas	68

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto de tres abonos orgánicos (Compost, Bokashi y EM -1) en la producción de dos variedades de café (*Coffea arabica* var. Catimor y *Coffea arabica* var. Geisha) a nivel de invernadero, bajo un diseño experimental DBCA, con arreglo factorial de 4 x 2 con 8 tratamientos y 3 repeticiones, con parámetros: Altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas, se evaluaron cada 15 días, para los datos se realizó el análisis de varianza ($p \leq 0.05$) y la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para el procesamiento de datos se empleó el Software SAS ver 9 e Infostat 2017, El mayor valor que destacó fue 14.550 cm en altura de planta, 0.617 cm en diámetro de tallo y 8 hojas fue A2B2 (Bokashi * Geisha) y A3B2 (EM - 1 * Geisha) con 14.190 cm, 0.617 cm y 8 hojas respectivamente. En cuanto a abonos orgánicos el Bokashi con 13.5 cm en altura, 0.633 cm en diámetro de tallo y 7.717 hojas, EM – 1 con 13.342 cm en altura, 0.632 cm en diámetro y 7.683 hojas. En variedades de café, Geisha, presentó 13.621 cm en altura de planta, 0.617 cm en diámetro de tallo y 8 hojas. En conclusión, el Bokashi y EM – 1, tuvieron mejor comportamiento. El análisis del contenido de nutrientes del sustrato es irrelevante, porque todos los tratamientos parten con las mismas cantidades de nutrientes, cualesquiera que éstas sean. En cambio, si es fundamental el análisis de los abonos.

Palabras clave: Abonos orgánicos, variedades, café

ABSTRACT

This research evaluated the effect of three organic fertilizers (Compost, Bokashi and EM -1) on the production of two varieties of coffee (*Coffea arabica* var. Catimor and *Coffea arabica* var. Geisha) at the greenhouse level, under an experimental DBCA design, according to factorial of 4 x 2 with 8 treatments and 3 repetitions, with parameters: Plant height, stem diameter and number of leaves, were evaluated every 15 days, for the data was performed the analysis of variance ($p \leq 0.05$) and the Tukey test ($p \leq 0.05$), for the processing of data sas software ver 9 and Infostat 2017, The greatest value that stood out was 14.550 cm in plant height, 0.617 cm in stem diameter and 8 leaves was A2B2 (Bokashi * Geisha) and A3B2 (EM - 1 * Geisha) with 14,190 cm, 0.617 cm and 8 leaves respectively. As for organic fertilizers Bokashi with 13.5 cm in height, 0.633 cm in stem diameter and 7,717 leaves, EM – 1 with 13,342 cm in height, 0.632 cm in diameter and 7,683 leaves. In coffee varieties, Geisha presented 13,621 cm in plant height, 0.617 cm in stem diameter and 8 leaves. In conclusion, Bokashi and EM – 1, performed better. The analysis of the nutrient content of the substrate is irrelevant, because all treatments start with the same amounts of nutrients, whatever they are. On the other hand, if the analysis of fertilisers is essential.

Keywords: Organic fertilizers, varieties, coffee

I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica*), con más de 100 especies, todas ellas autóctonas de África tropical y de algunas islas de Océano Índico, como Madagascar y desde allí se difundió hacia Centroamérica, donde su uso fue más extenso (Rojo Jiménez, 2014).

El café es el principal producto agrícola de exportación en el Perú. Según el último Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2012), un aproximado de 223 mil familias conducen 425 400 hectáreas (ha) de café localizadas en 15 regiones, 95 provincias y 450 distritos (Díaz Vargas & Carmen Willems, 2017).

Asimismo, Perú ha sido calificado por la Organización Internacional del Café (OIC) como un país en donde se produce y se exporta un café bajo las presentaciones de convencionales y en menor proporción (20%-25%) los cafés especiales y cafés orgánicos (Amado Romero, 2020). Convirtiéndose en el noveno país productor y el séptimo en exportador de café dentro de los mercados internacionales desde hace algunos años. Los principales destinos de exportación del café son los mercados de los Estados Unidos, Alemania, Bélgica, Canadá, Suecia y Corea del Sur, entre otros (Díaz Vargas & Carmen Willems, 2017)

Por otro lado la importancia en la economía nacional y con la finalidad de mejorar los ingresos económicos de los caficultores, se requiere incrementar la productividad y calidad de café pergamino, para ello se debe aplicar tecnologías apropiadas tales como: manejo integrado de plagas, manejo de sombra, prácticas de conservación de suelos y abonamientos, entre otros (Vivanco Naveros, 2016).

Las técnicas básicas usadas en la agricultura orgánica son de vital importancia, las cuales destaca el uso de los abonos orgánicos para mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas, cuyos beneficios generan un crecimiento vigoroso de raíces, follajes, floración y fructificación lo que permite a las plantas ganar mayor resistencia contra plagas y enfermedades, además de ayudarles a una rápida recuperación después de la cosecha, esto es en el caso de plantas perennes, como frutales, y algunas especies de hortalizas, medicinales y florícolas; además los abonos orgánicos presentan un pH entre los valores de 5 a 7, el cual se puede manejar fácilmente (Garibay, 2003). Los abonos orgánicos son un conjunto de materiales biodegradables ricos en bacterias nitrificantes y microorganismos activos que permiten una mayor disponibilidad de micro y macro

nutrimentos como: N, P, K, Ca, Mg, Mn, en forma proteínica (electrolitos) lo que evita su lixiviación y garantiza la fertilidad permanente del suelo para los cultivos (Fernández, 2009).

Al utilizar los abonos orgánicos en el suelo contribuye al mejoramiento de su estructura y fertilización (Aguilar et al., 2016), a través de la incorporación de nutrientes y también a la regulación del pH del suelo (Trinidad & Velasco, 2016; Gárate y Bonilla. 2013). El presente estudio pretende contribuir con información para los productores cafetaleros de la región, debido al escaso conocimiento sobre la utilización de abonos orgánicos, contribuyendo así a mejorar los actuales sistemas orgánicos cafetaleros y permitir de esta manera la obtención de plántones de café de calidad para su posterior comercialización. Por lo expuesto en el siguiente trabajo de investigación se planteó evaluar el efecto de tres abonos orgánicos (Compost, Bokashi y EM -1) en la producción de dos variedades de café (*Coffea arabica* var. *Catimor* y *Coffea arabica* var. *Geisha*) a nivel de invernadero.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

La presente investigación, se desarrolló en el invernadero perteneciente a la municipalidad provincial de Utcubamba (MPU), ubicado en el distrito de Bagua Grande, provincia Utcubamba Región Amazonas, con una elevación de 440 m., con las siguientes coordenadas, latitud Sur 5°45'23" y longitud oeste 78°26'05" Fig. 1:



Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio

2.1.1 Características agroclimáticas

Precipitación promedio : 43.7 mm

Temperatura promedio : 26.9 °C

Humedad relativa : 75.1%

Los datos meteorológicos del campo experimental fueron registrados durante la conducción de la investigación (Fig. 11 (Anexo)).

2.1.2 Características edafológicas

Capacidad de drenaje : Buena

Topografía : Ligeramente ondulado

Textura : Franco arenosa

Pendiente : 5 %

2.2 Material experimental

2.2.1 Material botánico

Para el experimento se utilizaron semillas de las variedades Geisha y Catimor recolectadas en el Centro Poblado Lonya Grande de la parcela de la cooperativa Flor del Valle. Para la variedad Geisha se seleccionaron plantas madre de 1 a 2 años y para la variedad de Catimor de 3 a 4 años. Se utilizó el muestreo estratificado donde la muestra incluye subgrupos representativos (estratos) de los elementos de estudio con características específicas (Espinoza Salvadó, 2017). Para la recolección de la semilla se escogió los mejores frutos del centro de las ramas, según la fórmula de aleatorio simple (Mostacedo, 2000).

2.2.2 Material, Abono orgánico y sus características fisicoquímicas

El café (*Coffea arabica*), se desarrolla eficientemente cuando el pH se encuentra en el rango de 5,0 a 5,5 (Sadeghian, 2016). El pH es una de las características más importantes de los suelos porque contribuye a regular la velocidad de descomposición de la materia orgánica, así como la disponibilidad de los elementos nutritivos, lo que fue considerando con anterioridad en el análisis de los abonos orgánicos (figuras 12,13 y 14 (Anexo)). En este caso los abonos orgánicos (Compost, Bokashi y EM -1), tienen un sustrato con textura de arena franca, no presenta problemas de salinidad debido a su baja conductividad eléctrica, el compost presenta un pH alcalino y el Bokashi y EM-1 presentan un pH Neutro, asimismo el contenido de los tres sustratos los contenidos de materia de materia orgánica fósforo y potasio en los tres abonos como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Características fisicoquímicas de los abonos orgánicos empleados en la investigación.

ABONOS ORGÁNICOS	C.E (1:1) ds/m	pH (1:1)	P ppm	K	MO %	N	CIC Meq/100g
BOKASHI	1.84	6.87	42.08	463.92	12.5	0.62	41.6
COMPOST	1.48	9.03	36.4	3132.17	12.71	0.64	35.12
EM – 1	1.93	7.21	35.15	354.67	11.21	0.56	38.06

Fuente: LABISAG – UNTRM, 2019.

2.2.3 Materiales, equipos e insumos de campo

Materiales de campo

- Palana
- Pico
- Carretilla
- Rastrillo
- Estacas
- Bolsas de polietileno (7x14 cm)
- Jarra de 250 ml
- Cuchillo
- Manguera de 10 m
- Balde de 5 litros
- Plástico
- Wincha de 50 m
- Paja rafia
- Malla rashel

Insumos

- Arena fina
- Tierra agrícola
- Estiércol (cuy y ganado)
- Restos orgánicos (palos, cascara, hojas, frutas, verduras, etc)

- Ceniza
- Lejía
- Pajilla de arroz
- Melaza
- Suero de leche
- EM – 1 (Organismos eficaces)
- Fungicida (PARA CHUPADERA 740 PM)
- Fertilizante Foliar líquido (NITROPLEX HOJA)

Materiales de recolección y procesamiento de datos

- GPS
- Fichas de evaluación
- Vernier
- Calculadora científica
- Cámara digital
- Programa estadístico: SAS. Ver 9.4, INFOSTAT. Ver 2017.
- Computadora portátil (procesamiento de datos).

2.3 Métodos

2.3.1 Distribución experimental y ejecución en campo

La instalación en campo, se ejecutó en un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial, teniendo dos factores en estudio: Factor A Sustratos con cuatro niveles: A0 (sin abono), A1 (compost), A2 (Bokashi) y el A3 (EM-1). Factor B variedades de café con dos niveles: B1 (Catimor) y B2 (Geisha), donde se distribuyeron ocho unidades experimentales por cada bloque, se realizó tres repeticiones, por ende, veinticuatro unidades experimentales en estudio, ocupando un área total de $82.25 m^2$, cada unidad experimental tuvo la dimensión de 1 m. de ancho por 1 m. de largo (Fig.15 (Anexo)). Se registraron los datos de diez plantas mediante el método de muestreo probabilístico aleatorio simple. La asignación de los tratamientos se realizó al azar (López & González, 2013). Fig.16 (Anexo)

2.3.2 Tratamientos del estudio

Los tratamientos fueron ocho, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Factores y tratamientos de estudio.

FACTORES		COMBINACIONES	TRATAMIENTOS
FACTOR A:	FACTOR B:	COMBINACIONES	TRATAMIENTOS
SUTRATO	VARIEDADES DE CAFÉ		
A0 = SIN ABONO	B1 = CATIMOR	A_0B_1	T1: Sin abono, variedad Catimor.
	B2 = GEISHA	A_0B_2	T2: Sin abono, variedad Geisha.
A1 = COMPOST	B1 = CATIMOR	A_1B_1	T3: Compost, Variedad Catimor.
	B2 = GEISHA	A_1B_2	T4: Compost, Variedad Geisha.
A2 = BOCASHI	B1 = CATIMOR	A_2B_1	T5: Bokashi, Variedad Catimor.
	B2 = GEISHA	A_2B_2	T6: Bokashi, Variedad Geisha.
A3 = EM - 1	B1 = CATIMOR	A_3B_1	T7: EM - 1, Variedad Catimor.
	B2 = GEISHA	A_3B_2	T8: EM - 1, Variedad Geisha.

2.3.3 Características del área experimental

- Área total del experimento : 82.25 m²
- Largo de la parcela : 11.75 m
- Ancho de la parcela : 7.00 m
- Área de la Unidad experimental : 1.00 m²
- Área efectiva del ensayo : 24.00 m²
- Área neta a evaluar : 10.0 m²

2.4 Conducción del experimento

La conducción del experimento se detalla a continuación

2.4.1 Reconocimiento y demarcación del área experimental

Se realizó el reconocimiento del terreno y el área específica con un mes y medio de anticipación a la instalación de las unidades experimentales en el vivero municipal, Distrito Bagua.

La demarcación se realizó utilizando rafia de color rojo circundando las unidades experimentales, posteriormente las unidades experimentales de las plántulas de *Coffea arabica* dentro de los bloques del área experimental fueron delimitados con ladrillos.

2.4.2 Acondicionamiento del área para los abonos orgánicos

Se realizó en un lugar protegido de lluvias y fuertes vientos (cerca de los árboles y con un techo rústico), con una fuente de agua permanente. Se niveló el terreno y construyó drenes para evitar encharcamientos, acondicionándose tres espacios con la misma área para cada abono orgánico, como se muestra en la figura 2. Utilizándose para ello 7 tablas de 1.50 m., 8 postes de 1.80 m., plástico negro 6 m., para proteger de los rayos solares y lluvia.

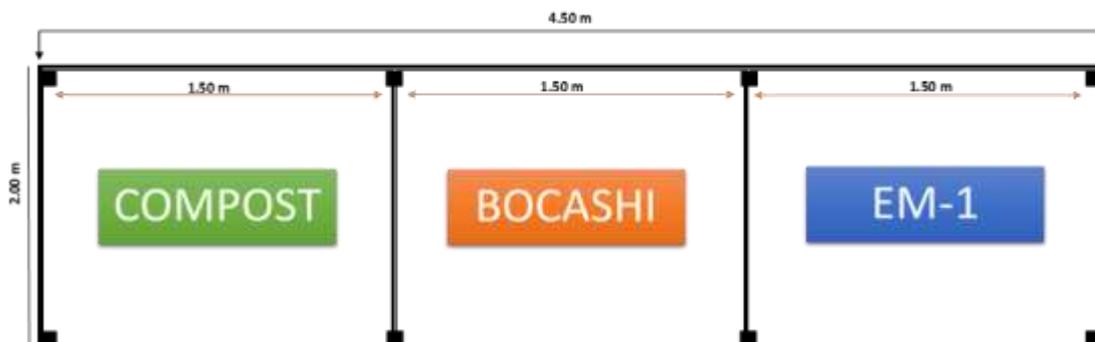


Figura 2. Ubicación distribución del área de abonos orgánicos

2.4.3 Elaboración de los abonos orgánicos

Una buena descomposición de los restos orgánicos requiere circulación de oxígeno (aeróbica), control de la humedad y la temperatura del material (FONCODES, 2012). Los abonos orgánicos tienen un efecto progresivo y acumulativo, mejorando poco a poco la

fertilidad y vida del suelo, otorgando mayor retención de humedad y plantas más sanas con mayor producción. (INIA, 2018).

2.4.3.1 Compost.

Materiales e insumos

- Un palo (20 cm de diámetro y 2 m de longitud)
- Restos de cosechas (hojas, frutos, follajes o tubérculos).
- Restos de cocina (frutas, verduras malogradas, cascaras, cascaras de huevos).
- Estiércol de vaca y guano de cuy
- Ceniza.
- Agua.

Preparación

Se empleó el método "*Método Indore*" (Carolina y Cárdenas, 2002).

Colocación de insumos: Primero se colocó un palo en medio, luego se fue agregando residuos vegetales y tallos gruesos, para facilitar la circulación del aire, esta capa llegó a medir unos 30 cm de altura en promedio. Luego se puso la segunda capa, con estiércol fresco de vaca y guano de cuy y llegó a unos 45 cm de altura, en estas capas se realizó un remojo, hasta lograr humedad uniforme. Luego se espolvoreó dos bolsas de ceniza, sobre toda la capa, con el fin de regular la acidez. Este procedimiento se repitió en el mismo orden hasta alcanzar a una altura de 1.60 metros. Luego se cubrió la compostera con hojas de árboles y arbustos, para protegerla aún más de los rayos solares y lluvias excesivas, se dejó descomponer por 2 semanas. Luego de 2 a 3 días, se sacó el palo para que funcione el respiradero.

Volteo: El primer volteo se realizó a las 2 semanas y luego semanalmente durante 1 mes.

Cosecha: Se realizó al mes, presentando las siguientes características, color oscuro, estructura suelta y sin olor; luego se extendió en plásticos a exposición de los rayos solares por dos días, guardándose finalmente en sacos bien cerrados.

2.4.3.2 Bokashi

Materiales e insumos

- Balde
- 40 kg de guano de cuy
- 40 kg de estiércol de vaca
- 40 kg de tierra común
- 4 sacos negros grandes de pajilla de arroz
- Levadura 20 g
- Melaza 1 litro
- Yogurt 1 litro
- Agua

Preparación

Colocación de insumos: Se realizó una mezcla homogénea del guano de cuy, estiércol de vaca, tierra común y la pajilla de arroz; por separado se diluyó y agitó en un balde con 20 litros de agua la melaza, el yogurt y la levadura. Este líquido fue agregado poco a poco a la mezcla hasta quedar homogénea, tomando la pila la forma de un “volcán”, luego se dejó fermentar por 2 días (De Luna & Vásquez, 2009)

Volteo: El primero se realizó al tercer día, luego una vez por día y el riego cada 3 días, durante dos semanas.

Cosecha: Se cosechó a las 2 semanas cuando presentó un color gris parejo, estructura suelta, olor agradable; luego se extendió en plásticos soleándose por 4 horas, guardándose finalmente en sacos bien cerrados.

2.4.3.3 EM – 1 (Organismos Eficaces)

Materiales e insumos

- Recipiente hermético de 20 litros
- Jarra de plástico
- Mochila fumigadora de 20 litros

- 1 litro de EM – COMPOST
- 1kg de melaza
- 18 litros de agua (en la activación)

Preparación

Se empleó el método “Indore” Se empleó el método "*Método Indore*" (Carolina y Cárdenas, 2002).

Colocación de insumos: En un recipiente hermético de 20 litros, se mezcló 1 litro de EM – 1, 1kg de melaza, 18 litros de agua, finalmente se tapó herméticamente el recipiente y se colocó en sombra para fermentar por una semana.

Activación del EM-1: La Mezcla de EM-1 de 20 litros se dejó por 1 semana hasta alcanzar una buena fermentación para su empleo. Su olor fue agrídulce y el pH 3.5, esto indicó que el proceso de activación se había completado (Marca, 2017).

Aplicación del EM-1:

En una mochila fumigadora de 20 litros se mezcló 1 L de EM – 1 activado con 19 L de agua y se procedió a aplicar al compostaje, se dejó descomponer por 1 semana. (Marca, 2017).

Volteo: El primero se realizó a la primera semana, donde quedó una mezcla uniforme, después cada 4 días, luego de cada volteo se humedecía el compost.

Cosecha: El EM-1 se cosechó a los 20 días, el cual tuvo un color oscuro, de estructura suelta y sin olor, luego se extendió en plásticos soleándose por 2 días, guardándose finalmente en sacos bien cerrados.

2.4.4 Análisis de los abonos orgánicos

El análisis químico de los abonos orgánicos se realizó en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, al inicio de la investigación. En donde se observan contenidos altos de elementos en todos los abonos orgánicos, siendo el bokashi el que presenta mejores características. Fig. 13 (Anexo)

2.4.5 Selección de la semilla

En condiciones de campo, pese a la aparente uniformidad de las plantas de un cafetal, la producción varía mucho de cafeto a cafeto. Por ello, fue necesario seleccionar y marcar en cada cafetal aquellos cafetos de gran vigorosidad y mayor producción (plantas madres) para luego obtener de estos las semillas para los replantes, las resiembras o las nuevas plantaciones (Fischersworing & Robkamp, 2001).

2.4.5.1 Selección de plantas madre

Un cafeto en un buen estado tiene un tronco recto y normalmente grueso y sus ramas primarias no están ni muy distantes ni muy juntas, para la selección de plantas madres para la producción de semillas se debe tener en cuenta lo siguiente criterios (Jara Díaz, 2017):

- Buena forma del árbol.
- Rapidez en su desarrollo y fructificación.
- Fructificación abundante.
- Cosechas abundantes año tras año y poca presencia de granos vanos.
- Buena forma y excelente calidad del fruto.
- Resistencia a plagas y enfermedades.

2.4.6 Cosecha, recolección y desinfección de la semilla

Se cosecharon únicamente frutos sanos, que hayan alcanzado su plena madurez, de las ramas centrales del cafeto (Fischersworing & Robkamp, 2001), según la fórmula de aleatorio simple (Mostacedo, 2000). Se utilizó el muestreo estratificado (Tamara Otzen, 2017).



Figura 3. Área de selección de la semilla de café (SCAN, 2014).

Las semillas de las variedades Geisha y Catimor se recolectaron en el Centro Poblado Lonya Grande de la parcela de la cooperativa Flor del Valle. Para la variedad Geisha se seleccionaron plantas madre de 2 a 3 años y para la variedad de Catimor de 4 a 5 años, para el proceso de selección y beneficio de la semilla de café se tuvo en cuenta los siguientes aspectos (Jara Díaz, 2017):

- Primero se seleccionó las plantas sanas, vigorosas, altamente productoras, con edad promedio de tres a siete años productivos y con buenas características fenotípicas.
- Se recolectó los frutos completamente maduros y sanos, con una buena madurez, de la parte central de la planta y del centro de las bandolas fueron seleccionadas.
- Se realizó el despulpado manual, con la finalidad de no dañar el grano, esto se realizó el mismo día de recolección.
- Luego se dejó fermentar la semilla por unas 18 horas, fue el tiempo suficiente para que se desprenda el mucílago.
- Luego se realizó el lavado con agua limpia y se dejó granos sin ningún residuo de mucílago.
- Posteriormente se pasó a la eliminación de los frutos que flotaban, las cuales mostraban malformaciones y daños mecánicos o de plagas.
- Para el secado de las semillas se colocó bien distribuidas sobre sacos limpios, bajo sombra, luego se movían periódicamente hasta para disminuir la humedad.
- Una vez secadas las semillas se pasó a desinfectar con el fungicida de nombre comercial “PARA CHUPADERA 740 PM” en polvo aplicándose 1½ cuchara sopera (10 g) para 1 kg de semilla y se dejó en un lugar oscuro. Fig. 17 (Anexo).

2.4.7 Germinador del café

2.4.7.1 Preparación de la cama almaciguera

Se utilizó 6 estacas para el soporte, dos tiras largas encima de las estacas y se forró con malla Rachel negra. Luego se construyó el germinador, en un área de 1.5 m x 1.0 m y 20 cm de altura. Como sustrato se empleó arena fina previamente lavada y desinfectada con lejía al 2%. Después de un día se volvió a desinfectar con el fungicida en polvo de nombre comercial “PARA CHUPADERA 740 PM” cuya composición química es futolanil: 100g/kg; captan: 640 g/kg, la aplicación se realizó manualmente hacia la arena para luego proceder a enterrar las semillas en la cama almaciguera, luego se realizó surcos paralelos

con una distancia de 5 cm uno del otro, las semillas se colocó en el surco a una distancia de 1 cm, respectivamente (Fischersworing & Robkamp, 2001), luego se tapó con una capa de arena (2 cm de espesor); al finalizar la siembra se tapó con costales para mantener la humedad durante la germinación. Fig. 18 (Anexo)

El riego del germinador se realizó con agua limpia y chorro fino por las mañanas y por las tardes con el fin de mantener húmedo el sustrato.

2.4.7.2 Manejo del germinador

Para la obtención de plántulas en estado óptimo para el repique, se realizaron riegos oportunos al germinador. Asimismo, se realizó deshierbos manuales y se monitoreo el estado fitosanitario con el fin de brindar condiciones óptimas para el crecimiento de las plántulas en estado de "fosforito".

2.4.7.3 Germinación de plántulas de café

Se realizó semanalmente, evaluándose altura de tallo, diámetro de tallo y número de hojas en las variedades Catimor y Geisha.

Fecha	Evaluación	Variedades de café					
		Catimor			Geisha		
		Altura de tallo (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Nº Hojas	Altura de tallo (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Nº Hojas
28/11/19	1	0	0	0	0	0	0
05/12/19	2	0	0	0	0	0	0
12/12/19	3	0	0	0	0	0	0
19/12/19	4	1,4	0,1	0	1,6	0,1	0
26/12/19	5	2,0	0,1	0	2,2	0,1	0
02/01/20	6	2,5	0,2	0	2,8	0,2	0
09/01/20	7	2,8	0,2	0	3,0	0,2	0
16/01/20	8	3,1	0,2	0	3,3	0,2	0
23/01/20	9	3,7	0,2	0	3,9	0,2	0
30/01/20	10	3,9	0,2	0	4,0	0,2	0
06/02/20	11	4,1	0,2	2	4,5	0,2	2

Tabla 3. Evaluación de la germinación de las variedades de café

2.4.8 Manejo del vivero

La etapa de vivero consiste en traer las plántulas de café del semillero a un sustrato con mayor cantidad de nutrientes para que desarrollen la capacidad de asimilar su trasplante al campo definitivo (Jara Díaz, 2017).

2.4.8.1 Preparación de las parcelas experimentales

Se acondicionó las instalaciones del vivero municipal de Bagua Grande, en el cual se dividió el área en tres bloques de 11,75 m de largo y 1 m de ancho cada uno, con material de ladrillo, con una altura de 40 cm y una distancia de 1 m entre bloques. En cada bloque se instaló 8 tratamientos de 1.00 m² y 0,25 m de separación entre ellos. Fig. 19 (Anexo)

2.4.8.2 Preparación del sustrato

Para la preparación del sustrato, se tamizó el suelo agrícola empleando una malla metálica de 2 mm de diámetro, obteniéndose tierra fina libre de grumos y piedras, luego se procedió a mezclar en volúmenes de tierra agrícola y abonos orgánicos según las proporciones 3:1:1, 3 (tierra agrícola): 1 (arena fina de río): 1 (abono orgánico)

2.4.8.3 Llenado de bolsas

La bolsa que se utilizó es la de polietileno de color negro con perforaciones en la mitad para drenar el exceso de agua, las dimensiones de la bolsa fueron de 7 cm de ancho y 14 cm de alto, las cuales fueron distribuidas por tratamientos de acuerdo al croquis del experimento. Una bolsa más grande presta mejores condiciones para que la planta pueda alcanzar un mayor crecimiento sin sufrir deterioro en su desarrollo (Ureña, 2009)

2.4.8.4 Selección y trasplante de plántulas (mariposa) a las bolsas

Después de 77 días de germinación, por la tarde, del anterior al repique, se realizó un riego, para facilitar la sacada de las plantitas. En cada bolsa se colocó una plantita en estado de “mariposa”. Esta labor se realizó con sumo cuidado y así se evitó repicar plántulas con raíces malformadas, las cuales quedaron rectas y no doblados (Pinedo Reátegui, 2016).

Se seleccionaron plántulas con las siguientes características: se debe seleccionar chapolas sanas y vigorosas con tallos de color verde y recto, con un buen sistema radical, es decir,

con una buena raíz principal. Se debe eliminar todas las chapolas amarillas, raquílicas y todas las que tengan raíces con dos patas, torcidas o sin pelos absorbentes (Fischersworing & Robkamp, 2001). Para realizar el trasplante del café a los recipientes, primeramente, se debe regar bien el germinador y posteriormente se debe humedecer el sustrato de los recipientes antes del trasplante, luego con un palo puntiagudo se abre un hoyo de 10 – 15 cm de profundidad, se coloca la chapola o mariposa y se aprieta suavemente con tierra, el trasplante se aconseja realizarlo en horas de la tarde para evitar la deshidratación de las plantas por sol ((CENICAFE), 2007). Fig. 10 (Anexo).

2.4.8.5 Control de malezas

Se realizó mediante el método manual y mecánico, el método manual ha sido empleado para eliminar las malezas dentro de la bolsa, evitando la competencia por luz, espacio y nutrientes. El método mecánico, se realizó empleando palana y machete, el cual consistía en la eliminación de todo tipo de maleza dentro y alrededor de la instalación del vivero. Estos tipos de control se realizaron en forma periódica, según sea necesario. Fig. 20 (Anexo)

2.4.8.6 Riego

El riego se realizó en función a las necesidades de la planta y en forma periódica, evitando el exceso de humedad en el vivero, el riego se efectuó por las mañanas (CICAFE, 2011).

2.4.8.7 Control de plagas y enfermedades

Se realizaron evaluaciones sanitarias para determinar oportunamente su incidencia, y en base a éstas se procedió al respectivo control. Como medida de prevención de enfermedades en el vivero se aplicó óxido cuproso. Para el control de plagas, se realizó un control manual periódico mediante evaluaciones visuales a los tratamientos realizadas cada 15 días, para así evitar posteriores daños y/o mortandad en las plántulas de café.

2.4.8.8 Etiquetado:

Se realizó el etiquetado en cada bolsa de las diez plántulas a evaluar en cada tratamiento correspondiente a cada uno de los abonos orgánicos y variedades de café (Fig. 21

(Anexo)). Asimismo, en estas plántulas seleccionados al azar, se registraron los datos de cada variable en estudio.

2.5 Análisis

Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante el análisis estadístico de bloques completamente al azar con arreglo factorial, con un análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia; y se usó la prueba de significancia honesta de Tukey al 95% del nivel de confianza para establecer las diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Para la transformación de datos se utilizó la herramienta estadística raíz cuadrada $\sqrt{x + 0.5}$, para que los datos obtenidos de un conteo o cuando dentro del rango de observaciones se presentan ceros o si los datos son expresados en porcentaje o son proporciones de la muestra total, éstos sigan una distribución normal es apropiada la transformación raíz cuadrada mientras que la homogeneidad se mantiene indistintamente de la escala de transformación de datos empleada tal como menciona Ribeiro, O (2018); además para permitir que la data tomada en las unidades de experimentos biológicos mantengan su homogeneidad y normalidad, en especial en el caso de un DBCA, y sigan el modelo aditivo, necesariamente se tiene que hacer una transformación de datos, puesto que ello disminuye la influencia de los valores atípicos (Quinn & Keough, 2002).

2.5.1 Esquema del análisis de varianza

Tabla 4. Análisis de varianza (ANOVA)

F.V.	GL
Tratamientos	7
Bloque/Repetición	2
A	3
B	1
AB	3
Error	56
Total	63

Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Población y muestra

Población

En este trabajo de investigación, se realizó en el distrito de Bagua Grande, provincia de Utcubamba, la población estuvo constituida por todas las plantas de café a nivel de invernadero, siendo 6312 plántones de café entre las dos variedades.

Muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra y que ésta sea representativa, se utilizó la siguiente fórmula estadística:

$$n_0 = \frac{N Z^2 pq}{(N-1)E^2 + Z^2 pq}$$

Donde:

N = Universo o población

Z = Nivel de confianza (95% = 1.96)

p = Probabilidad de ocurrencia (a favor) de la categoría (0.5)

q = Probabilidad de ocurrencia (en contra) de la categoría (0.5)

E = Error de muestreo o estimación (5%)

n = Tamaño de muestra (72 plántones)

Muestreo: Para la evaluación de las muestras, éstas fueron tomadas aleatoriamente. Sólo los métodos de muestreo probabilísticos aseguran la representatividad de la muestra extraída y son, por tanto, los más recomendables (Otzen & Manterola, 2017, pág. 228).

2.6 Variables en estudio y metodología de evaluación.

2.6.1 Variables Independientes.

- ✓ Sustrato Sin abono
- ✓ Sustrato con Compost
- ✓ Sustrato con Bokashi
- ✓ Sustrato con EM – 1
- ✓ Variedad Catimor
- ✓ Variedad Geisha

2.6.2 Variables dependientes

Para todas las variables se registraron los datos de 10 plantas tomadas al azar en cada tratamiento, después del repique, asimismo se realizó la recolección de datos a través de cartillas técnicas de evaluación, durante un intervalo entre evaluación de 15 días en 7 evaluaciones para las variables número de hojas, altura y diámetro de planta. Fig. 22 (Anexo).

2.6.2.1 Altura de planta

Para altura, se empleó una regla graduada en cm, se midió desde el cuello de la planta hasta la yema terminal visible (Jara Díaz, 2017). Fig. 23 (Anexo).

2.6.2.2 Diámetro de tallo

Para el diámetro de tallo la evaluación se realizó empleando un vernier a nivel de la altura de cuello de planta. Esta operación se realizó cada 15 días a las 10 plantas identificadas para la respectiva evaluación. (Jara Díaz, 2017). Fig. 24 (Anexo).

2.6.2.3 Número hojas

Los valores de esta variable se estimaron tomando las plantas seleccionadas en cada tratamiento y contando el número de hojas brotadas en cada una de ellas (Jara Díaz, 2017). Fig. 25 (Anexo).

III. RESULTADOS

Después de recolectar la información de datos experimentales de las variables evaluadas en *Coffea arabica*; se procedió a procesar la información y realizar el análisis estadístico mediante pruebas e indicadores estadísticos, se obtuvieron los resultados siguientes:

3.1 Análisis de la interacción entre los abonos orgánicos y la producción de las dos variedades de café (Catimor y Geisha) a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.

3.1.1 Altura de planta

En relación a la variable altura de planta, en la tabla 5 se observan los resultados del análisis de varianza, mostrándose diferencias estadísticas altamente significativas para las interacciones (sustratos * variedades) y para los efectos principales (Sustratos y Variedades) en estudio. El coeficiente de variación es de 40%, valor óptimo para este tipo de investigación.

Tabla 5. Análisis de varianza (ANOVA) de la variable altura de planta (cm).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.04	2	0.02	7.01	0.0078
Sustrato	11.64	3	3.88	1489.01	0.0001
Variedad	19.10	1	19.10	7330.86	0.0001
Sustrato*Variedad	0.37	3	0.12	47.26	0.0001
Error	0.04	14	2.6E-03		
Total	31.18	23			

CV = 40%

En la figura 4: comparación de medias de altura de plantas para las interacciones según prueba de Tukey al 95% de confianza. Se evidencia que existen diferencias altamente significativas en la variable altura de planta según la prueba de tukey $p < 0.05$ para los diferentes tratamientos (Interacciones entre sustratos y variedades); obteniéndose seis

grupos estadísticos donde se observa que los grupos A y B presentan los mejores valores en cuanto a altura de planta, y el grupo F correspondiente al testigo sin abono y variedad de café Catimor es donde se observa el menor valor para altura. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) por lo que se acepta la hipótesis alternativa, ya que al menos uno de los tratamientos tiene efecto directo, según (Torres, 2013).

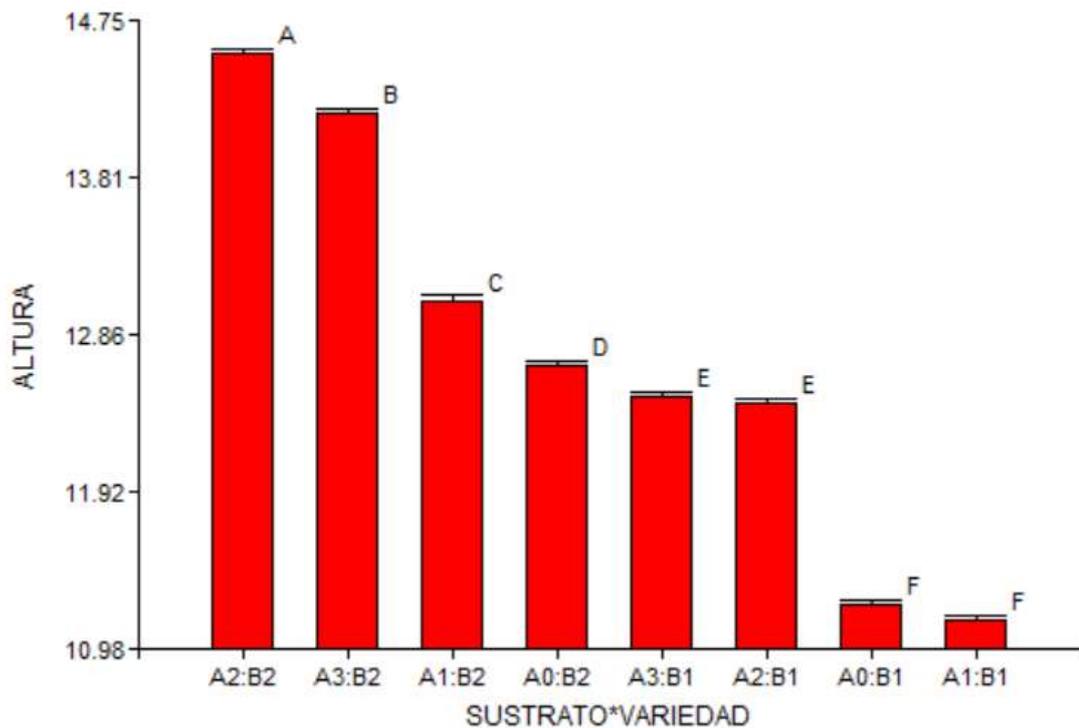


Figura 4. Comparación de medias de altura de plantas (cm) para las interacciones según prueba de Tukey al 95% de confianza.

En la figura 5, se muestra la distribución de las medias de altura de planta para las interacciones, donde se observan los ocho tratamientos (Interacciones), en los cuales la variedad de café Geisha presenta los mejores valores promedios de interacciones con los diferentes sustratos que la variedad de café Catimor; correspondiendo los mayores valores a las interacciones Bokashi – Geisha (A_2B_2) con 14.55 cm., y EM – 1 – Geisha (A_3B_2) con 14.19 cm., mientras que los valores más bajos lo obtuvieron las interacciones Compost – Catimor y sin abono – Catimor con 11.15 cm., y 11.25 cm., respectivamente.

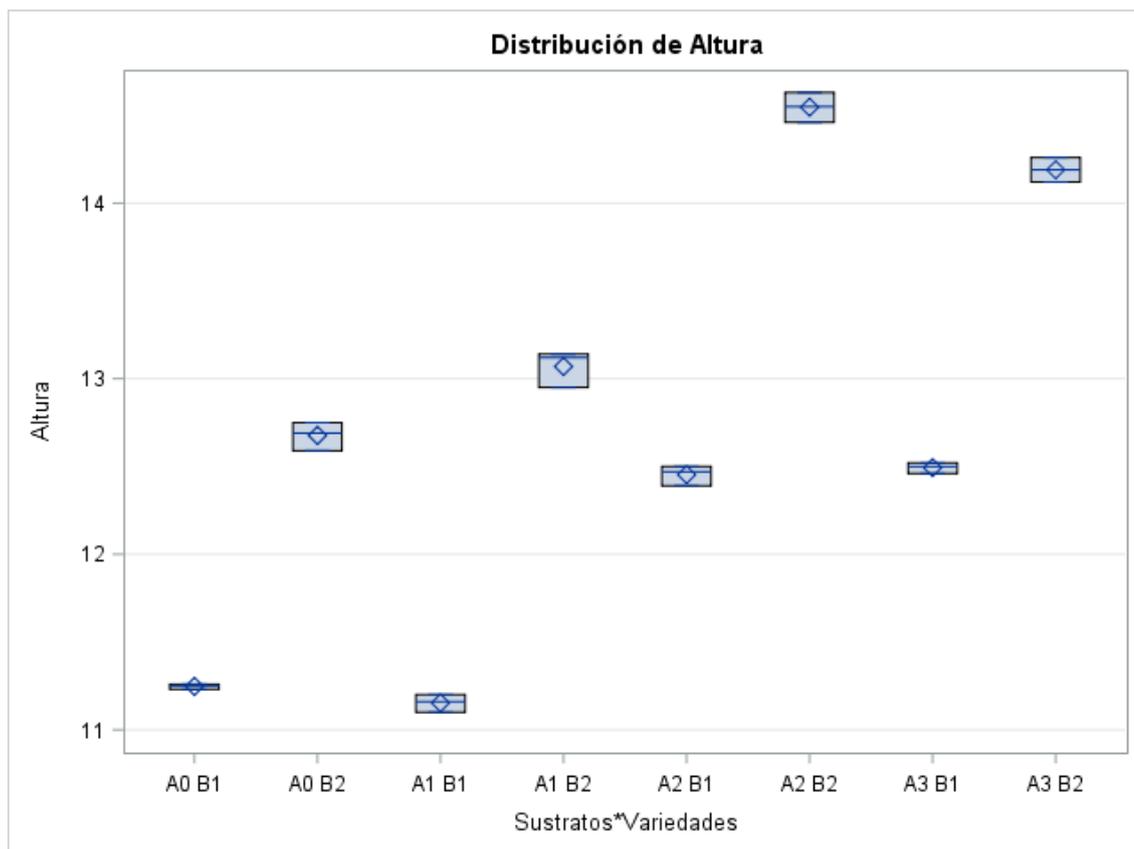


Figura 5. Distribución de medias de altura de plantas (cm) para las interacciones.

3.1.2 Diámetro del tallo

En relación a la variable diámetro de tallo, en la tabla 6 se observan los resultados del análisis de varianza, evidenciándose que esta variable no tiene grado de significancia para las interacciones (sustratos * variedades) y para los efectos principales de sustratos, por lo que pese a las diferencias matemáticas, estadísticamente la variable diámetro de tallo es igual para todas las interacciones; pero si presenta diferencias estadísticas altamente significativas para los componentes principales de variedades. El coeficiente de variación es de 38%, valor óptimo para este tipo de investigación.

Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) de la variable diámetro de tallo (cm).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	1.8E- 05	2.000	9.1E- 06	1.589	0.2390
Sustrato	1.7E- 05	3.000	5.6E- 06	0.974	0.4330
Variedad	0.005	1.000	0.010	893.686	0.0001
Sustrato*Variedad	1.7E- 05	3.000	5.6E- 06	0.974	0.4326
Error	8.0E- 05	14.000	5.7E- 06		
Total	0.005	23.000			

En la figura 6, se muestra la distribución de las medias de diámetro de tallo para las interacciones, donde se observan los ocho tratamientos (Interacciones), en los cuales la variedad de café Catimor presenta los mejores valores promedios de interacciones con los diferentes sustratos que la variedad de café Geisha; correspondiendo los valores más altos a las interacciones EM-1 – Catimor (A_3B_1) y Bokashi – Catimor (A_2B_1) con 0.647 y 0.648 cm respectivamente.

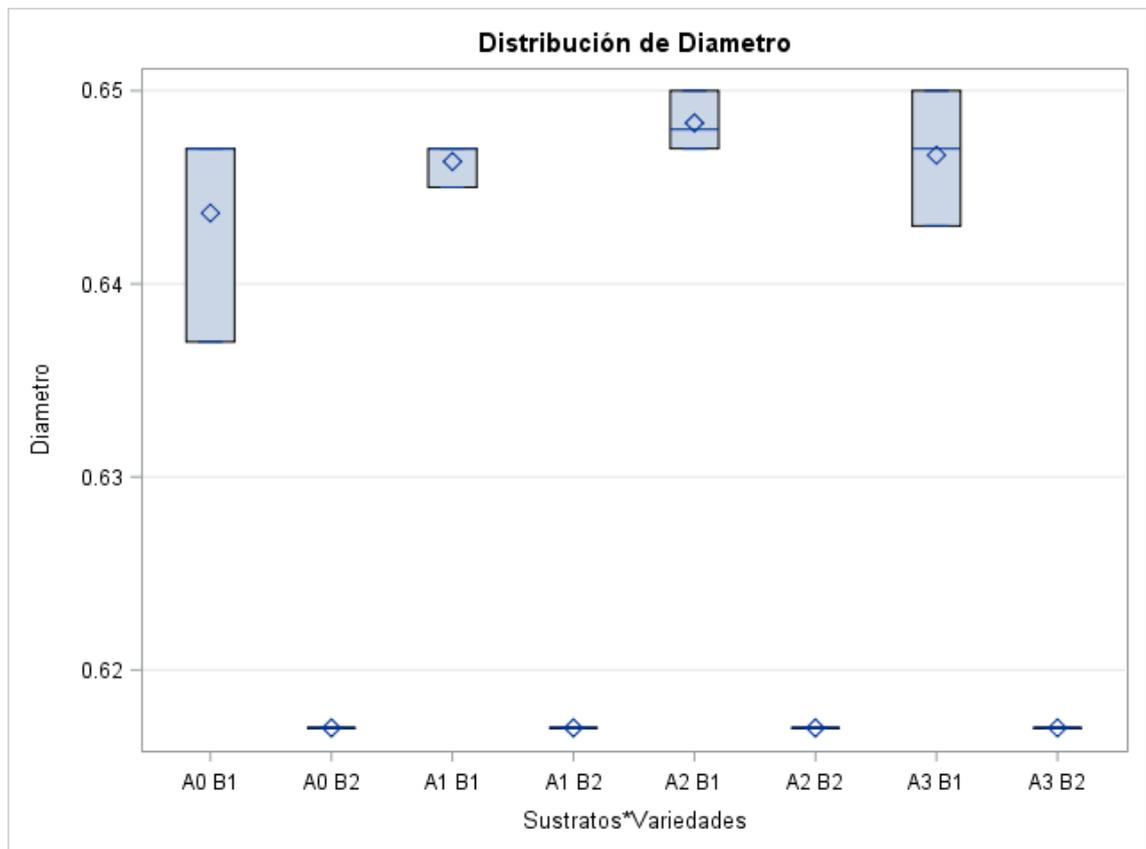


Figura 6. Distribución de medias de diámetro de tallo (cm) para las interacciones.

En la figura 7, se muestra la distribución de las medias de diámetro de tallo para componentes principales sustratos, donde se observan los cuatro tratamientos (sustratos), en los cuales el A_2 y A_3 correspondientes a Bokashi y EM-1 presenta los mejores valores promedios con 0.633 y 0.632 cm., respectivamente. Asimismo en la figura 8, distribución de medias de diámetro para componentes principales variedades, el mayor valor promedio se presentó en la variedad Catimor (B_1) con 0.646 cm de diámetro de tallo, mientras que el menor valor se presentó en el B_2 con 0.617 cm de diámetro de tallo.

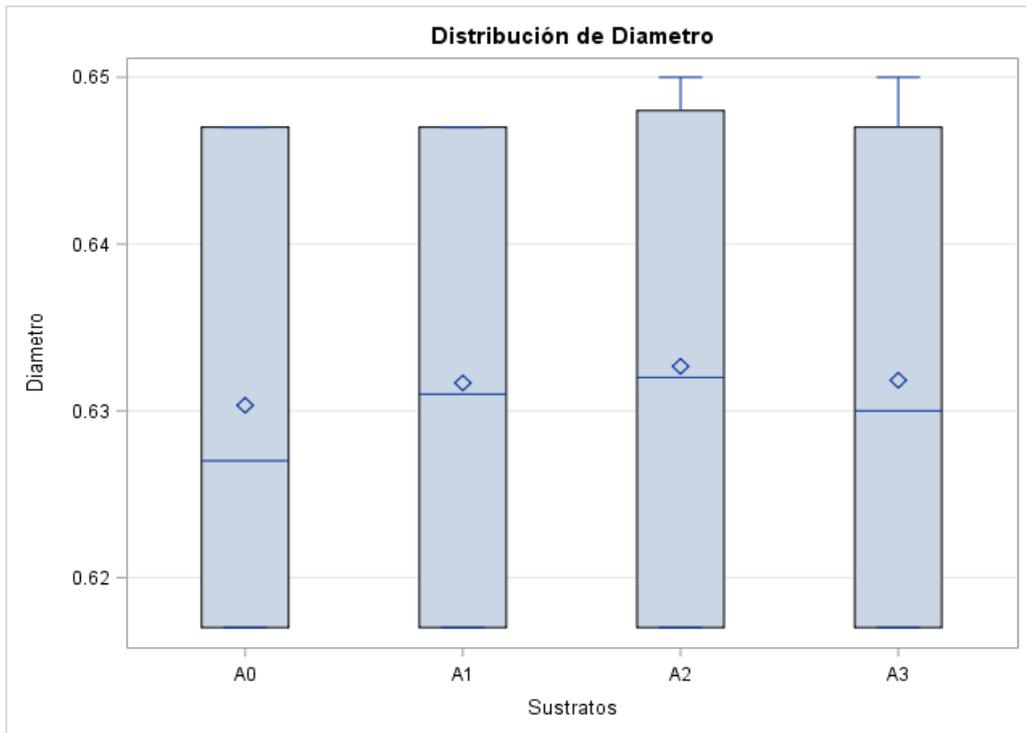


Figura 7. Distribución de medias de diámetro de tallo (cm) para componentes principales Sustratos.

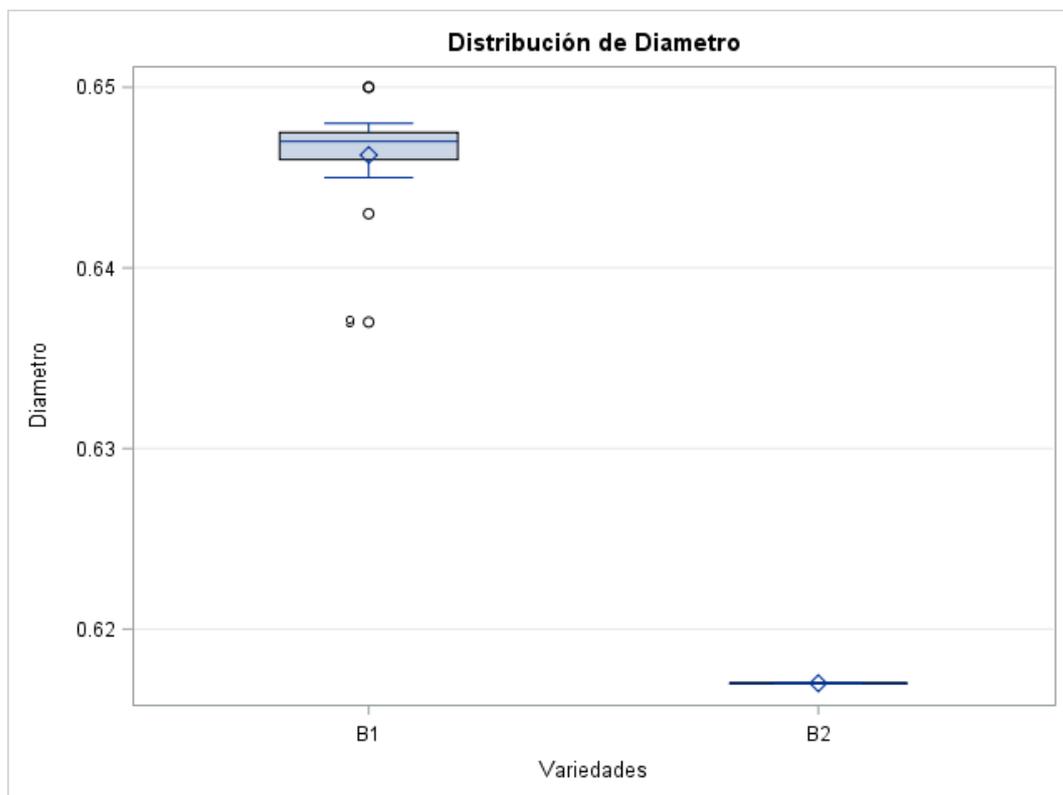


Figura 8. Distribución de medias de diámetro de tallo(cm) para componentes principales Variedades.

Número de hojas.

En relación a la variable número de hojas, en la tabla 7 se observan los resultados del análisis de varianza, mostrándose diferencias estadísticas altamente significativas para las interacciones (sustratos * variedades) y para los efectos principales (Sustratos y Variedades) en estudio. El coeficiente de variación es de 72 %, valor óptimo para este tipo de investigación.

Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) de la variable número de hojas.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.003	2.00	0.001	0.396	0.6802
Sustrato	0.098	3.00	0.033	10.346	0.0008
Variedad	1.354	1.00	1.354	429.113	0.0001
Sustrato*Variedad	0.098	3.00	0.033	10.346	0.0008
Error	0.044	14.00	0.003		
Total	1.596	23.00			

En la figura 9: comparación de medias número de hojas para las interacciones según prueba de Tukey al 95% de confianza. Se evidencia que existen diferencias significativas en la variable número de hojas según la prueba de tukey $p < 0.05$ para los diferentes tratamientos (Interacciones entre sustratos y variedades); obteniéndose tres grupos estadísticos donde se observa que el grupo A presenta los mejores valores en cuanto a número de hojas, y el grupo C es donde se observa el menor valor para número de hojas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) por lo que se acepta la hipótesis alternativa, ya que al menos uno de los tratamientos tiene efecto directo, según (Torres, 2013).

En la figura 10, se muestra la distribución de las medias de número de hojas para las interacciones, donde se observan los ocho tratamientos (Interacciones), en los cuales la variedad de café Geisha presenta los mejores valores promedios (8 hojas en todos los casos) de interacciones con los diferentes sustratos, mientras que la variedad de café Catimor presenta los valores más bajos, correspondiendo estos valores a las interacciones Bokashi – Catimor (A_2B_1) y EM – 1 – Catimor (A_3B_1) con 7.433 cm y 7.366 cm respectivamente.

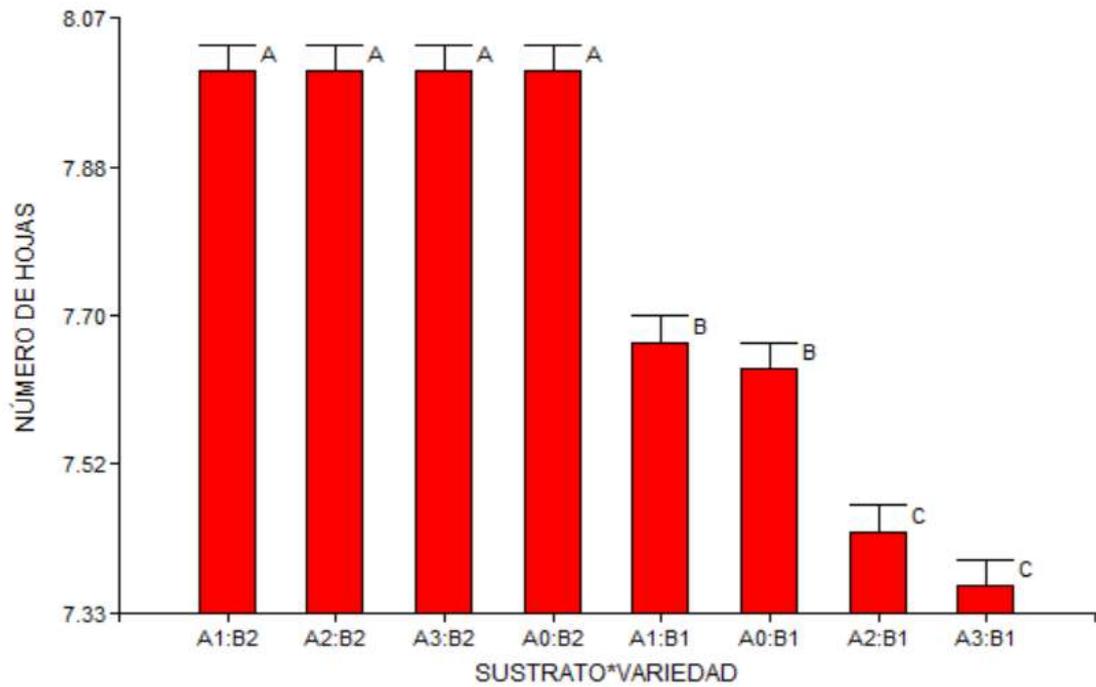


Figura 9. Comparación de medias de número de hojas para las interacciones según prueba de Tukey al 95% de confianza.

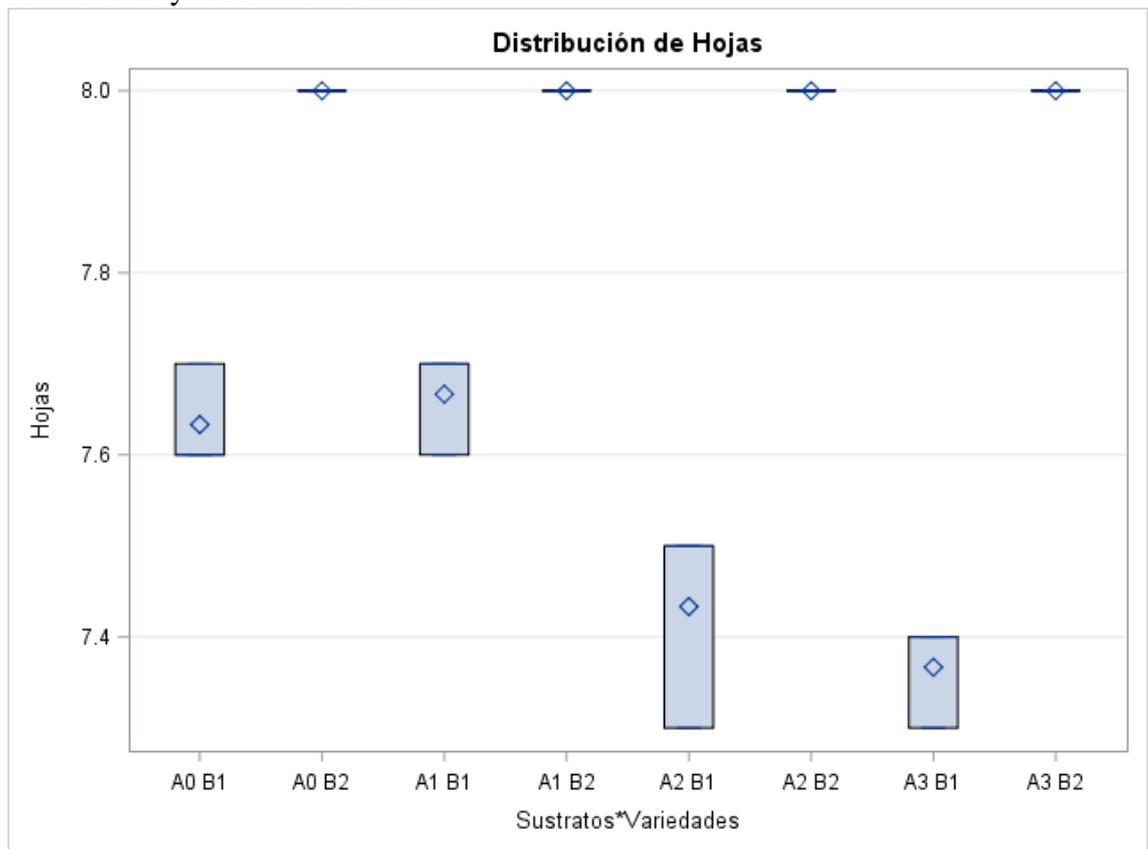


Figura 10. Distribución de medias de número de hojas para las interacciones.

3.2 Determinar el sustrato más adecuado (Compost, Bokashi y EM - 1) para la producción de café (Catimor y Geisha) a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.

Tabla 8. Medias y desviación estándar de las variables evaluadas para las interacciones y componentes principales de sustratos.

		VARIABLES EVALUADAS									
		INTERACCIONES						COMPONENTES PRINCIPALES			
Nivel		Altura de Planta (cm)		Diámetro de Tallo (cm)		Número de Hojas (und.)		Altura de Planta (cm)		Diámetro de Tallo (cm)	Número de Hojas (und.)
Sustrato	Variedades	Media	Dev std	Media	Dev std	Media	Dev std	Sustratos	Medias		
A0	B1	11.247	0.015	0.644	0.006	7.633	0.058	A0	11.962	0.6303	7.817
A0	B2	12.677	0.081	0.617	0.000	8.000	0.000				
A1	B1	11.153	0.050	0.646	0.001	7.667	0.058	A1	12.112	0.6317	7.833
A1	B2	13.070	0.104	0.617	0.000	8.000	0.000				
A2	B1	12.453	0.057	0.648	0.002	7.433	0.115	A2	13.500	0.6327	7.717
A2	B2	14.547	0.085	0.617	0.000	8.000	0.000				
A3	B1	12.493	0.031	0.647	0.004	7.367	0.058	A3	13.342	0.6318	7.683
A3	B2	14.190	0.070	0.617	0.000	8.000	0.000				

3.3 Identificación de la variedad de café que presenta mejor respuesta a los abonos orgánicos para la producción a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.

Tabla 9. Medias y desviación estándar de las variables evaluadas para las interacciones y componentes principales de variedades de café.

		VARIABLES EVALUADAS									
		INTERACCIONES				COMPONENTES PRINCIPALES					
Nivel		Altura de Planta (cm)		Diámetro de Tallo (mm)		Número de Hojas (und.)		Altura de Planta (cm)		Diámetro de Tallo (mm)	Número de Hojas (und.)
Sustrato	Variedades	Media	Dev std	Media	Dev std	Media	Dev std	Variedades		Medias	
A0	B1	11.247	0.015	0.644	0.006	7.633	0.058	B1	11.837	0.646	7.525
A0	B2	12.677	0.081	0.617	0.000	8.000	0.000				
A1	B1	11.153	0.050	0.646	0.001	7.667	0.058	B2	13.621	0.617	8.000
A1	B2	13.070	0.104	0.617	0.000	8.000	0.000				
A2	B1	12.453	0.057	0.648	0.002	7.433	0.115				
A2	B2	14.547	0.085	0.617	0.000	8.000	0.000				
A3	B1	12.493	0.031	0.647	0.004	7.367	0.058				
A3	B2	14.190	0.070	0.617	0.000	8.000	0.000				

Los datos mostrados en la tabla 8: Medias y desviación estándar de las variables evaluadas para las interacciones y componentes principales de sustratos: Altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas; detallan que los mayores valores promedios alcanzado por las interacciones en cada variable son: A_2B_2 , A_3B_2 y el A_1B_2 con 14.547, 14.190 y 13.070 cm en altura de planta respectivamente; A_2B_1 , A_3B_1 y A_1B_1 , con 0.648, 0.647 y 0.46 cm respectivamente en diámetro, y A_1B_2 , A_2B_2 y A_3B_2 con 8 unidades en número de hojas en todos los casos. Mientras que para los componentes principales sustratos, los mejores valores fueron alcanzados por el A_2 con 13.5 cm en altura, 0.633 cm en diámetro; el A_3 con 13.342 cm en altura, 0.632 cm en diámetro; el A_1 y A_0 con 7.833 y 7.817 unidades para número de hojas.

Asimismo, la tabla 9: Medias y desviación estándar de las variables evaluadas para las interacciones y componentes principales de variedades de café: Altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas; detalla que los mayores valores promedios alcanzado por las interacciones en cada variable son los mismos registrados en la tabla 8 y que para los componentes principales variedades, los mejores valores fueron alcanzados por el B_2 con 13.621 cm en altura, y 8 unidades en número de hojas. Mientras que el mejor valor en diámetro fue alcanzado por B_1 con 0.646 cm.

IV. DISCUSIÓN

Al evaluar el efecto de los abonos orgánicos en la producción de dos variedades de café a nivel de invernadero, en condiciones agroclimáticas en el distrito de Bagua Grande, Provincia Utcubamba, durante el periodo del 18 de diciembre del 2019 al 20 de julio de 2020, se encontró lo siguiente:

4.1 Análisis de la interacción entre los abonos orgánicos y la producción de las dos variedades de café (Catimor y Geisha) a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.

4.1.1 Altura de planta.

En todas las variables evaluadas: altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas tanto en las interacciones como para los componentes principales, las dos variedades de café Catimor y Geisha obtuvieron los mejores resultados con compost, bokashi y Em – 1, en comparación con el tratamiento testigo; esto se debe a que el empleo de los abonos orgánicos mejora la fertilidad de los suelos, cuyos beneficios generan un crecimiento vigoroso de raíces, hojas, flores y frutos esto permite a las plantas obtener mayor resistencia contra plagas y enfermedades, esto es en el caso de plantas perennes (Aguilar et al., 2016); además los abonos orgánicos presentan un pH entre los valores de 5 a 7, el cual se puede manejar fácilmente (Garibay, 2003).

Así mismo en esta variable se presenta diferencias altamente significativas, siendo las interacciones que presentaron los valores más altos en altura de planta A2B2, A3B2 y el A1B2 con 14.547, 14.190 y 13.070 cm respectivamente, esto indica que los efectos combinados de las variedades y los ambientes (sustratos) tiene una fuerte influencia para el crecimiento en longitud de las plantas de café en este estudio, asimismo al observar el valor alcanzado por cada variedad en cada uno de los ambientes (sustratos), en este caso el mejor valor lo tuvo la variedad Geisha, se puede deducir que las disimilitudes en altura probablemente se deba a las diferencias ambientales (diferencias entre los sustratos), de otro lado si consideramos los valores de las dos variedades evaluadas en un ambiente en particular, en este caso los valores más altos lo obtuvieron los sustratos Bokashi y EM – 1, las discrepancias se deben posiblemente a las diferencias genéticas de cada variedad (Cubero, 2013). Estos resultados difieren con los reportados por Sotelo & Téllez (2007) quienes, al estudiar abonos orgánicos, obtuvieron los mejores valores con Compost, para altura de planta 29.46 cm y Escalante (2011) quien obtuvo 27.032 cm para

Bokashi con la variedad de café Catimor, al respecto cuando las semillas se siembran bajo diferentes condiciones como densidad de siembra, tipos de sustratos, etc. al sembrarse en ambientes distintos, varía su desempeño, lo cual se debe a la interacción del genotipo con el ambiente (Rodríguez et al., 2011)

4.1.2 Diámetro de Tallo.

En relación a la variable diámetro de tallo, no muestran diferencias significativas, aunque las interacciones A2 B1, A3 B1, A1 B1, son las que alcanzaron los mejores valores con 0.648, 0.647 y 0.646 cm, respectivamente. Estos resultados concuerdan con Sotelo & Téllez (2007) quienes obtuvieron 0.44 cm en la variable diámetro de tallo, lo cual muestra que en esta variable los efectos combinados de la variedad y los ambientes(sustratos) no son significativos en el crecimiento secundario de las plantas de café. Esto podría deberse, para que se produzca el crecimiento secundario en las plantas se necesita primero que se desarrollen las yemas axilares, la actividad de los meristemas laterales, el felógeno y el cambium vascular permiten el crecimiento en diámetro (Ramírez y Goyes, 2004; Silva, 2014).

4.1.3 Número de Hojas

En cuanto al número de hojas, muestra diferencias altamente significativas, siendo las interacciones que tuvieron los valores más altos en esta variable: A1B2, A2B2 y A3B2 con 8 unidades en número de hojas en todos los casos, esto indica que los efectos combinados de las variedades y los ambientes (sustratos) tiene una fuerte influencia para el desarrollo de las hojas, los mismos autores (Sotelo & Téllez, 2007) para esta variable obtuvieron 15 unidades concordando con Escalante (2011) quien en el tratamiento de Bokashi con la variedad de café Catimor obtuvo una media de 21.8 hojas. Como se evidencia en las evaluaciones, aunque en la variable diámetro de tallo no es significativa, en las variables altura de planta y número de hojas que son altamente significativas, alcanzan los mejores valores, lo cual sugiere que las mejores interacciones para la producción de plantones de café a nivel de invernadero son A2B2 y A3B2. La interacción del genotipo por ambiente estima las diferencias que presentan los clones o variedades cuando se les evalúa en diferentes ambientes y permite determinar los clones con mayor performance (Tirado et al., 2018).

4.2 Determinación del sustrato más adecuado (Compost, Bokashi y EM - 1) para la producción de café (Catimor y Geisha) a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.

4.2.1 Altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas

En relación a los sustratos, la variable diámetro de tallo, no muestra diferencia estadística significativa, aunque los sustratos A2 y A3 son los que alcanzaron los mejores valores con 0.633 y 0.632 cm, respectivamente. Estos resultados difieren a los registrados por Jara (2017) quien obtuvo los mayores promedios con Bokashi 0.351 cm. Mientras que las variables altura de planta y número de hojas, si muestran diferencia estadística altamente significativa, es en los sustratos A2 (Bokashi) y A3 (EM – 1) en los cuales son más evidentes se logran los mejores valores con 13.50 y 13.342cm de altura, 7.717 y 7.683 hojas respectivamente y en el sustrato A1 (Compost) con 7.833 hojas. Estos promedios son similares a los alcanzados por Berrocal (2016) quien logró los mayores promedios con el sustrato Bokashi con 12.92 cm de altura; pero no fueron superiores a los registrados por Florido (2018) quien obtuvo 15.10 cm. En cuanto a la variable número de hojas estos resultados difieren de los reportados por Encalada, et al. (2018) quienes obtuvieron 12.7 hojas. Esto se debe a que el Bokashi es un abono orgánico que a diferencia de otros, posee materia orgánica y minerales sin transformar totalmente, lo que incrementa los microorganismos benéficos del edafón, mejorando sus características fisicoquímicas y biológicas (Boudet et al., 2015). Si las condiciones ambientales no son limitantes para el crecimiento de la planta, los sustratos proporcionan disponibilidad de nutrimentos en la materia orgánica incorporada. (Aguilar et al., 2016). Asimismo, el EM – 1, combinación de microorganismos beneficiosos, controlan enfermedades y producen sustancias que actúan como hormonas naturales que promueven el crecimiento y el desarrollo de las plantas (BID, 2009).

De otro lado con respecto a la variable número de hojas para el compost, estos promedios son similares a los alcanzados por Díaz et al. (2015) quienes consiguieron los mayores promedios de 7 hojas; pero no fueron superiores a los registrados por Rodríguez (2016) quien obtuvo 9.60 hojas. Estos resultados son efecto de la gran cantidad de nutrientes que aporta el compost, especialmente su mayor contenido en nitrógeno de 0.64 (LABISAG, 2019), elemento que favorece el crecimiento vegetativo y la actividad fotosintética en las plantas (Aguilar et al., 2016) así como permite el desarrollo de yemas. Marín, G. (2012)

y la producción de follaje (Sotelo & Téllez, 2007). Las plantas necesitan nitrógeno en mayor cantidad, su deficiencia inhibe rápidamente el crecimiento de las mismas (Taiz & Zeiger 2002). La mayor parte del N del suelo no es asimilable por las plantas de ahí la importancia de mineralización del nitrógeno en el suelo, que son controlados por microorganismos (Bonilla, 2013).

Asimismo, el pH es un factor clave para la absorción de los minerales, el café tiene un rango óptimo de 5.5 a 6.5 (Sadeghian, 2016) valores debajo o arriba de ellos, afectan el desarrollo normal de raíces, el crecimiento y producción (Gómez, 2010), en este estudio para el compost es de 9, lo que se infiere limitó la altura de las plantas. Es importante la utilización de abonos orgánicos, y más aún en el sector cafetalero, la aplicación de éstos demostró efectos positivos en el crecimiento y desarrollo en las plántulas de café. (Canseco et al., 2019), al utilizarlos las plantas cuentan con mayor disponibilidad de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn Ni, B, Mo y Cl), y registran mayor capacidad de intercambio catiónico (Trinidad & Velasco, 2016).

Como muestran los valores obtenidos en cuanto a sustratos, si bien es cierto la variable diámetro de tallo no es significativa, en las otras variables que fueron significativas los sustratos que mejor desempeño tuvieron en este estudio son el Bokashi y el EM – 1, los cuales se podrían emplear en la producción de plantones de café de las variedades Catimor y Geisha a nivel de vivero.

4.3 Identificación de la variedad de café que presenta mejor respuesta a los abonos orgánicos para la producción a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande.

En el componente de variedades, las variables altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas se observan diferencias altamente significativas, siendo el café variedad Geisha (B2) el que presenta el valor más alto con 13.621 cm en altura de planta y 8 unidades en la variable número de hojas, y el café variedad Catimor (B) en diámetro de tallo con 0.646 cm, sin embargo, obtiene los valores más bajos en las variables altura de planta con 11.837 cm y número de hojas con 7.525 hojas. Estos resultados difieren de los obtenidos por Rodríguez (2016) quien reporta 10,29 cm para altura de planta, 0.308 cm para diámetro de tallo y 9,60 hojas para la variedad Catimor. Posiblemente las discrepancias en los valores alcanzados por las variedades en las distintas variables se

produzcan porque el crecimiento de las plantas está en función del contenido nutricional del suelo, agua, luz y CO₂ fundamentalmente y de su constitución genética, la cual determina el desarrollo óptimo del cultivo y su capacidad para tomar nutrientes del suelo (Gárate y Bonilla, 2013). De otro lado la diferencia genética de las variedades influye en la respuesta que éstas alcancen en cada una de sus características agronómicas (Cubero, 2013), cabe mencionar que la variedad Catimor es un híbrido y Geisha es una variedad (World Coffee Research , 2019). Aunque en la variable diámetro de tallo el café, variedad Geisha, no alcanza el valor más alto (0.617 cm), en las demás variables evaluadas (altura de planta y número de hojas) obtiene los mejores valores, convirtiéndolo en una muy buena variedad a ser empleada para la producción a nivel de vivero.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- De acuerdo a los efectos de los sustratos (Compost, Bokashi y EM – 1) en las dos variedades de café, no se encontró evidencia estadística significativa para las interacciones sustrato por variedad, tampoco a nivel de sustratos para la variable diámetro de tallo ($p=0.950 > 0.05$), sin embargo sí se encontró evidencia estadística que demuestra que hay diferencias significativas para las interacciones sustratos por variedad, así como a nivel de variedad y sustratos ($p=0.950 < 0.05$), para las variables altura de planta y número de hojas, siendo las interacciones A_2B_2 (Bokashi*Geisha) y A_3B_2 (Em-1*Geisha) las que presentan los mejores valores con 14.550 cm y 14.190 cm respectivamente en altura y 8 hojas en ambos casos, seguido de A_1B_2 (Compost*Geisha) con 13.070 cm en altura y 8 hojas.
- La interacción A_0B_2 (Tierra agrícola*Geisha) presentó el valor más bajo en altura de planta con 12.677 cm, pero en el número de hojas alcanzó el mismo valor que las otras interacciones (8 hojas).
- Todas las interacciones con la variedad Catimor mostraron los valores más bajos en todas las variables evaluadas.
- La variedad de café Geisha presentó los mejores resultados en las variables evaluadas, obteniendo 13.621 cm en altura de tallo, 0.633 cm en diámetro de tallo y 8 hojas en número de hojas.
- Los sustratos que mostraron los valores más altos en las variables altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas fueron A_2 y A_3 correspondiendo a Bokashi y EM – 1, con 13.50 cm y 13.342 cm en altura de planta, 0.633 cm y 0.632 cm en diámetro de tallo, 7.717 y 7.683 hojas en número de hojas respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

En futuras investigaciones considerar incrementar otras variables como peso de raíz, peso seco, peso fresco, contenido de nutrientes en las plantas, diferentes proporciones de sustratos, otras variedades de café.

Es importante validar estos resultados, en otras condiciones ambientales, y con un mayor número de muestras y en períodos mayores de evaluación.

.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Jimenez, C. E., & Alvarado Cruz, I. (2016). Evaluación de tres abonos organicos en el cultivo de café. 10.
- Amado Romero, C. (2020). OBSERVACIONES DE CONMODITIES. DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS AGRARIAS, 12.
- Berrocal, D. (2016). *Efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento de plántones de café (Coffea arabica L.) bajo condiciones de vivero*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- BID. (2009). Proyecto de reducción de pobreza y mejora de las condiciones higiénicas de los hogares de la Población Rural de Menores Recursos. *LBanco Interamericano de Desarrollo Como Administrador Del Fondo Especial de Japón*, 37. Recuperado de: http://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf
- Bonilla, I. (2013). Introducción a la nutrición mineral de las plantas. Los elementos minerales En Azcón, J y Talon, M. (Ed). *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (pp. 103 – 121). Madrid, España: McGRAW-HILL - INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. L.
- Borjas Ventura, R. R. (2008). *Uso de fuentes naturales en la fertilización del café*. Lima.
- Boudet, A., Chinchilla, V., Boicet, T. y González, G. (2015) Efectos de diferentes dosis de abono orgánico tipo bocashi en indicadores morfológicos y productivos del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) var. California Wonder. *Revista Centro Agrícola*, 42(4): 5-9. Recuperado de: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero_4/cag01415.pdf
- Canseco Martínez, D. A., Villegas Aparicio, Y., Castañeda Hidalgo, E., Carrillo Rodríguez, J. C., & Robles, C. (2019). Respuesta de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) a diferentes abonos orgánicos. *Congreso Internacional de Investigacion Academia Journals*, 11(4), 267–271.

- Carlos Ernesto Aguilar Jiménez, Itzayara Alvarado Cruz, Franklin B. Martínez Aguilar, José Galdámez Galdámez, Antonio Gutiérrez Martínez, & Juan Alonso Morales Cabrera. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Siembra*, 3(1). <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.211>
- CUBERO, J.I. (2013). *Introducción a la Mejora Genética Vegetal*. Madrid, España. Mundi-Prensa.
- De Luna, V., & Vásquez, A. (2009). *Elaboración de abonos orgánicos*. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de Guatemala Mexico, 83.
- Díaz, M., Flores, E., y Montalbá, Z. (2015). *Efectos de los abonos orgánicos a base de pulpa de café, compost, gallinaza en plántulas de café (Coffea arabica) en la finca "El bosque" Comunidad Buena vista, Municipio de San Juan del Rio Coco, departamento de Madriz*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Nicaragua.
- Díaz Vargas, C., & Carmen Willems, M. (2017). *LÍNEA DE BASE DEL SECTOR CAFÉ EN EL PERÚ*, Documento de trabajo. Lima – Perú: © Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. Obtenido de www.greencommodities.org / www.pe.undp.org
- Encalada, M., Fernández, P., Jumbo, N., Alejo, A., & Reyes, L. (2018). Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes. *Revista Indexada Bosques Latitud Cero*, 8(1)(2528–7818), 70–84. Recuperado de: <file:///C:/Users/ASUS/Documents/tesis%20chenier/Antecedentes/414-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1295-1-10-20180715%20no.pdf>
- Escalante, N. (2011). *"Efecto de abonos orgánicos en la obtención de plantones de dos variedades de café (coffea arablca L.)"* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria, Perú.
- Espinoza Salvadó, I. (2017). *TIPOS DE MUESTREO*. Tegucigalpa, Honduras: UNIDAD DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

- Fernández, F. (2009). La agricultura orgánica. Obtenido de http://www.ecoportel.net,/contenido/Temas_Especiales/Desarrollo_Sustentable/
- Fernández, J., Sánchez, M., y Maldonado, J. (2013). Absorción y transporte de nutrientes minerales. En Azcón, J y Talon, M. (Ed). *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (pp. 103 – 121). Madrid, España: McGRAW-HILL - INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. L.
- Fischersworing, B., & Robkamp, R. (2001). Guía para la Caficultura Ecológica. 3 ed. Editorial López. Obtenido de <http://www.gtz.de/organic-agriculture>
- FONCODES. (2012). *Producción y uso de abonos orgánicos*. Lima – Perú. Recuperado <https://issuu.com/bleu.veris/docs/foncodes>
- Florido Zuñiga, L. (2018). *Aplicación de abonos orgánicos para la obtención de plantones de café (coffea arabica L.) variedad caturra rojo*. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Gárate, A., y Bonilla, I. (2013). Nutrición mineral y producción vegetal. En Azcón, J y Talon, M. (Ed). *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (pp. 103 – 121). Madrid, España: McGRAW-HILL - INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. L.
- Garibay, S.V. (2003). La investigación en la agricultura orgánica y su importancia. I Encuentro Mesoamericano y del Caribe y III Encuentro Costarricense de Agricultores Experimentadores e Investigadores en Producción Orgánica. Alajuela, Costa Rica, pp. 1-6. Recuperado de: https://orgprints.org/2683/1/garibay-2003-Encuentro_Costa_Rica.pdf
- Gómez, O. (2010). Guía para la innovación para la caficultura de lo convencional a lo orgánico. San Salvador - El Salvador. Recuperado de: http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/GUIA_CAFE_OK.pdf
- INIA. (2018). *Formulación y dosis para preparación de Bocashi, un abono orgánico*. PERÚ.

- Jara Díaz, D. (2017). *Efecto de dos fuentes de materia orgánica en la producción de plántones de café (Coffea arabica) en el Caserío Nuevo Amazonas, Distrito Yamón, Provincia Utcubamba - Amazonas*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional “Toribio Rodríguez De Mendoza de Amazonas”, Chachapoyas, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1266/TESIS%20-%20JARA%20DIAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, E., & González, B. (2013). *Diseño y análisis de experimentos fundamentos y aplicaciones en agronomía*. Guatemala: Mundi prensa.
- Marca, C. (2017). *Efecto de la aplicación de microorganismos eficaces (EM-1) con diferentes frecuencias en el rendimiento de ají amarillo (Capsicum baccatum) var. Pacae en el CEA III Pichones. Tacna - Perú: Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann*.
- Marín, G. (2012). *Producción de cafés especiales. Manual técnico*. Lima. 46 pp. Recuperado de: http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/manual-cafe_selva_VF.pdf
- Moreno Ayala, L. A. (2019). *CALIDAD DE ABONOS ORGÁNICOS A PARTIR DEL ESTIÉRCOL*. LIMA.
- Mosquera, A., & Melo, M. (2016). *Evaluación de fertilización orgánica en caféto (Coffea arabica)*. Santander, Colombia.
- Mosquera, A. T., Melo, M. M., Quiroga, C. G., Avendaño, D. M., Barahona, M., Galindo, F., Lancheros, J. J., Prieto, S. A., Rodríguez, A., & Sosa, D. N. (2016). Evaluation of organic fertilizers in coffee (Coffea arabica), in small holdings of Santander, Colombia. *Temas Agrarios*, 21(1), 90–101. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/316243836_Evaluacion_de_fertilizacion_organica_en_cafeto_Coffea_arabica_con_pequenos_productores_de_Santander_Colombia_Evaluation_of_organic_fertilizers_in_coffee_Coffea_arabica_in_small_holdings_of_Santander_C
- Mostacedo, B. (2000). *Manual de Métodos Básicos*. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).

- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol*, 227-232.
- Portocarrero Angulo, A. (2014). *Análisis comparativo de tres sustratos orgánicos, en el desarrollo de plantulas de café de la variedad castillo*. Manizales, Colombia.
- Quinn, G., & Keough, M. (2002). *Experimental Design and data Analysis for Biologists*. New York: CAMBRIDGE.
- Ramirez, B. y Goyes, R. (2004). Botánica generalidades, morfología y anatomía de las plantas superiores. Popayán, Colombia: Editorial Universidad del Cauca. [https://www.researchgate.net/publication/305566736 Botanica Generalidades Morfologia y Anatomia de plantas superiores](https://www.researchgate.net/publication/305566736_Botanica_Generalidades_Morfologia_y_Anatomia_de_plantas_superiores)
- Rodríguez Ciriaco, A. H. (2016). Efecto de los abonos orgánicos en la producción de plantones de café (*coffea arábica* L) variedad catimor en condiciones de vivero en Hermilio Valdizán, Tingo María – 2014. Universidad Nacional Hermilio Valdizán
- Rodríguez-González, R. E., Ponce-Medina, J. F., Rueda-Puente, E. O., Avendaño-Reyes, L., Paz Hernández, J. J., Santillano-Cazares, J., & Cruz-Villegas, M. (2011). Interacción genotipo - ambiente para la estabilidad de rendimiento en trigo en la región de mexicali, b.c., México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(2), 543–558. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2/v14n2a15.pdf>
- Rojo Jiménez, E. (2014). Café I (G. Coffea). Reduca (Biología). Serie Botánica., 113.
- Sadeghian, S. (2016). Avances técnicos *CENICAFÉ*. Pp 1 – 121. URI: <http://hdl.handle.net/10778/704>
- Salazar P, C., & Castillo G, S. (2018). *FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LA ESTADÍSTICA*. Mexico
- SCAN. (2014). Una buena semilla para un buen café. Obtenido de selección, preparación y conservación de semillas y germinadores. Obtenido de <http://scanprogram.org/wp-content/uploads/2012/08/DIPTICO-3-n-.pdf>

- Silva, S- (2014). *Biología de las plantas I*. Argentina:Editorial I.S.F.D. Escuela Normal Superior de Maestros. <https://red.infed.edu.ar/blog/wp-content/uploads/2014/11/SilvaLibro-digital-Bot%C3%A1nicapdf-1.pdf>
- Sotelo, M. G., & Téllez, J. A. (2007). *Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (Coffea arabica L) variedad caturra* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2020/1/tnf04s717.pdf>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology*, 3rd ed. Recuperado de: <file:///C:/Users/ASUS/Documents/tesis%20chenier/Antecedentes/nuevos/PlantPhysiologyTaiz2002.pdf>
- Tirado M., R., Tirado L., R., & Mendoza C., J. (2018). Interacción genotipo x ambiente en rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada en Cutervo, Perú. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, ahead*, 0–0. <https://doi.org/10.4067/s0719-38902018005000502>
- Trinidad, S., & Velasco, J. (2016). Importancia De La Materia Orgánica en El Suelo. *Agroproductividad*, 9(8), 52–58. .
- Vivanco Naveros, A. (Mayo de 2016). ABONAMIENTO DE CAFÉ. Obtenido de Infocafes: http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/Abonamiento_cafe.pdf
- World Coffee Research (2019). Las variedades del Café Arábica. worldcoffeeresearch.org Recupetrado de: <https://varieties.worldcoffeeresearch.org/content/3-releases/20191206-update-may-2019/las-variedades-del-cafe-arabica.pdf>

ANEXOS

CUADROS DE ANÁLISI DE VARIANZA

Tabla 10. Comparación de medias de altura de planta para las interacciones (Abono orgánico y variedad de café) según Tukey a una confianza de 95%.

Sustrato	Variedad	Medias	N	Grupos		
A2	B2	14.550	3	A		
A3	B2	14.190	3		B	
A1	B2	13.070	3			C
A0	B2	12.680	3			D
A3	B1	12.490	3			E
A2	B1	12.450	3			E
A0	B1	11.250	3			F
A1	B1	11.150	3			F

Tabla 11. Comparación de medias de altura de planta para abonos orgánicos según Tukey a una confianza de 95%.

Sustratos	Media	N	Grupos
A2	13.500	6	A
A3	13.342	6	B
A1	12.112	6	C
A0	11.962	6	D

Tabla 12. Comparación de medias de altura de planta para variedades según Tukey a una confianza de 95%.

Variedades	Media	N	Grupos
B2	13.621	12	A
B1	11.837	12	B

Tabla 13. Comparación de medias de diámetro de tallo para las interacciones (Abono orgánico y variedad de café) según Tukey a una confianza de 95%.

Sustrato	Variedad	Medias	N	Grupos
A2	B1	0.648	3	A
A3	B1	0.647	3	A
A1	B1	0.646	3	A
A0	B1	0.644	3	A
A3	B2	0.617	3	B
A2	B2	0.617	3	B
A1	B2	0.617	3	B
A0	B2	0.617	3	B

Tabla 14. Comparación de medias de diámetro de tallo para abonos orgánicos según Tukey a una confianza de 95%.

Sustratos	Media	N	Grupos
A2	0.633	6	A
A3	0.632	6	A
A1	0.632	6	A
A0	0.630	6	A

Tabla 15. Comparación de medias de diámetro de tallo para variedades según Tukey a una confianza de 95%.

Variedades	Media	N	Grupos
B1	0.646	12	A
B2	0.617	12	B

Tabla 16. Comparación de medias de número de hojas para las interacciones (Abono orgánico y variedad de café) según Tukey a una confianza de 95%.

Sustrato	Variedad	Medias	N	Grupos
A1	B2	8.000	3.000	A
A2	B2	8.000	3.000	A
A3	B2	8.000	3.000	A
A0	B2	8.000	3.000	A
A1	B1	7.667	3.000	B
A0	B1	7.633	3.000	B
A2	B1	7.433	3.000	C
A3	B1	7.367	3.000	C

Tabla 17. Comparación de medias de número de hojas para abonos orgánicos según Tukey a una confianza de 95%.

Sustratos	Media	N	Grupos
A1	7.83333	6	A
A0	7.81667	6	A
A2	7.71667	6	B
A3	7.68333	6	B

Tabla 18. Comparación de medias de número de hojas para variedades según Tukey a una confianza de 95%.

Variedades	Media	N	Grupos
B2	8.000	12	A
B1	7.525	12	B

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Horas sol
	Máxima	Mínima	Media			
Diciembre	33,6	22,4	28,0	63	38	74.3
Enero	33,4	22,3	27,8	65	48	86.5
Febrero	33,2	23,1	28,1	78	55	152.8
Marzo	33,4	22,4	27,9	75	58	156.0
Abril	33.1	21.8	27.4	77	54	175.9
Mayo	32.2	21.6	26.9	86	30	215.2
Junio	32.4	20.6	26.5	82	23	218.1

Figura 11. Datos meteorológicos del campo experimental, vivero municipal Distrito Bagua Grande.

Fuente: SENAMHI estación experimental Amazonas.



Figura 12. Análisis químico del Compost utilizado en el experimento



Figura 13. Análisis químico del Bokashi utilizado en el experimento

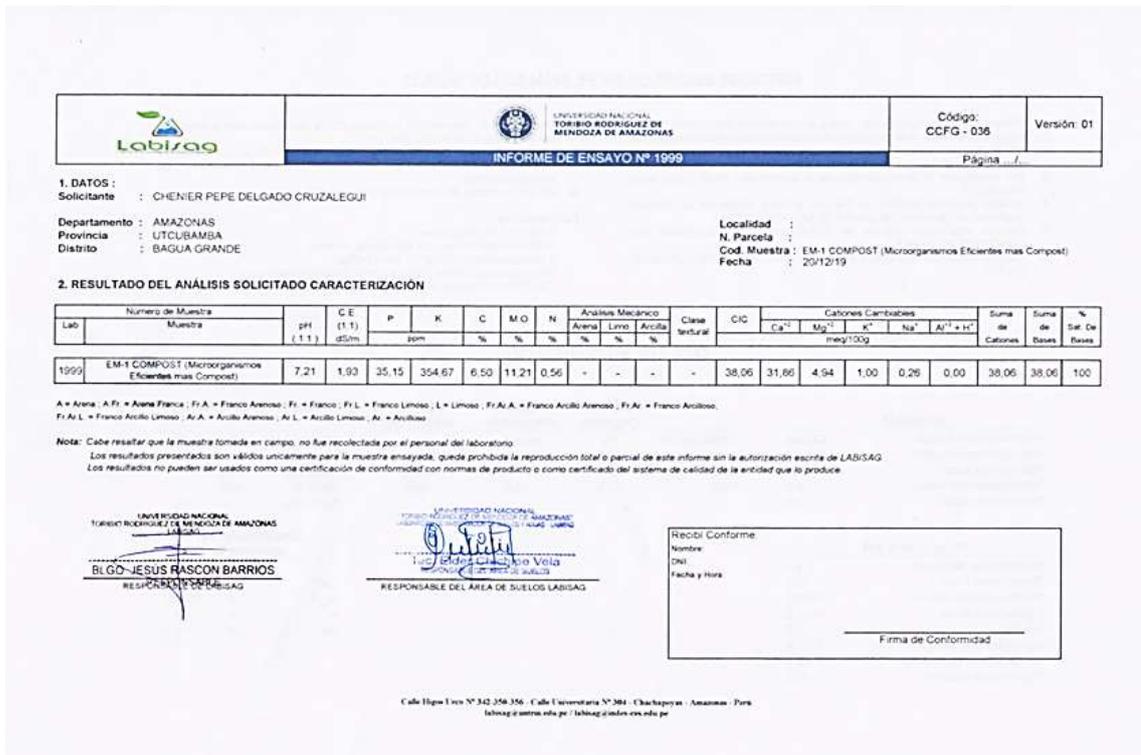


Figura 14. Análisis químico del EM - 1 utilizado en el experimento

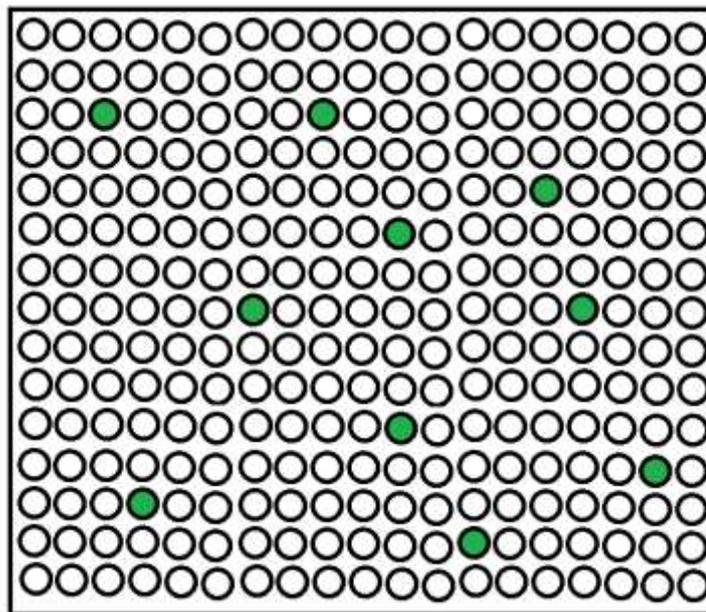


Figura 15. Croquis de la unidad experimental evaluada

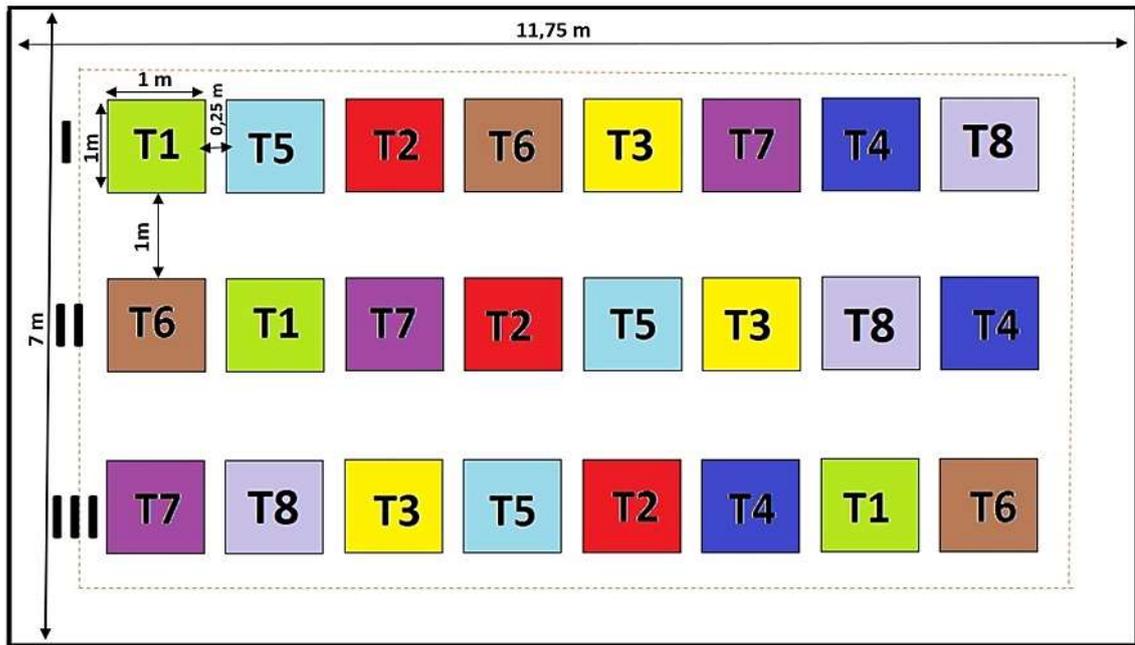


Figura 16. Croquis de distribución de los tratamientos en el área experimental



Figura 17. Insecticida Chupadera 740 PM



Figura 18. Germinador para café



Figura 19. Instalación de tratamientos en los bloques



Figura 20. Control de malezas



Figura 21. Etiquetado de tratamientos



Figura 24. Evaluación diámetro de tallo



Figura 25. Evaluación del número de hojas