

## TOMO 2

# Estrategias para el manejo sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita UNESUM 2022



# TOMO 2

## **Estrategias para el manejo sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita UNESUM 2022**

Yhony Alfredo Valverde Lucio

Fernando Narciso Augusto Ayon Villao

Juan Miguel García Cabrera

Raquel Vera Velázquez

Carlos Alberto Castro Piguave

Blanca Soledad Indacochea Ganchozo

Johann Carlos Parrales Villacreses

Diana Julissa Valverde Lucio

*Autores Investigadores*



## TOMO 2

### Estrategias para el manejo sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita **UNESUM 2022**

## AUTORES

### INVESTIGADORES

#### **Yhony Alfredo Valverde Lucio**

Ingeniero Agropecuario;  
Magíster en Gestión de Proyectos socio productivos;  
Especialista en Metodología de investigación;  
Doctorante de Biociencias agroalimentarias;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa, Ecuador;

✉ yhonny.valverde@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-9792-9400>

#### **Fernando Narciso Augusto Ayon Villao**

Ingeniera Agrónomo; Magíster en Agroecología;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa, Ecuador;

✉ fernando.ayon@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0003-4772-9344>

#### **Juan Miguel García Cabrera**

Ingeniero Agrícola; Magíster en Ingeniería Agrícola;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa, Ecuador;

✉ juan.cabrera@unesum.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-6334-7744>

### **Raquel Vera Velázquez**

Licenciada en Educación en la Especialidad de Matemáticas;  
Máster en Ciencias de la Educación;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa, Ecuador;

✉ vera-raquel@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-5071-7523>

### **Carlos Alberto Castro Piguave**

Ingeniero Agropecuario; Maestría en Gestión Ambiental;  
Doctorante en Ciencias Agrícolas;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa, Ecuador;

✉ carlos.castro@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0003-3180-2359>

### **Blanca Soledad Indacochea Ganchozo**

Ingeniero Forestal; Magíster en Agroecología;  
Dr. C. (Doctor en Ciencias Forestales), PhD.;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa, Ecuador;

✉ blanca.indacochea@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0003-4741-2435>

### **Johann Carlos Parrales Villacreses**

Ingeniero Forestal; Ingeniero en Computación y Redes;  
Magíster en Administración Ambiental; Doctorante en Biología Vegetal;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa, Ecuador;

✉ johann.parrales@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0008-6958-2375>

### **Diana Julissa Valverde Lucio**

Ingeniero Forestal; Magíster en Estadística;  
Universidad Estatal del Sur de Manabí;  
Jipijapa, Ecuador;

✉ diana.valverde@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0006-2999-5891>

## TOMO 2


# Estrategias para el manejo sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita **UNESUM 2022**


## REVISORES

### ACADÉMICOS

#### **Jorge Sifrido Vivas Cedeño**


Ingeniero Agrónomo de la Universidad Técnica de Manabí;  
Diplomado en Educación Superior por  
Competencias de la Universidad del Azuay;  
Máster en Nutrición Vegetal de la Universidad UTE;  
Cursando Doctorado en Ciencias Agrarias de la Universidad de Zulia;  
Docente Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí,  
El Carmen, Ecuador;

 [jorge.vivas@uleam.edu.ec](mailto:jorge.vivas@uleam.edu.ec)

 <https://orcid.org/0000-0001-7298-2902>

#### **Ricardo Paúl González Dávila**

Ingeniero Agrícola de la Universidad Nacional de Loja UNL;  
Maestro en Ciencias Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente de la  
Universidad Autónoma de Tamaulipas UAT México;  
Docente Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí,  
El Carmen, Ecuador;

 [ricardo.gonzalez@uleam.edu.ec](mailto:ricardo.gonzalez@uleam.edu.ec)

 <https://orcid.org/0000-0001-7808-7642>

# Catalogación Bibliográfica

Yhony Alfredo Valverde Lucio  
Fernando Narciso Augusto Ayon Villao  
Juan Miguel García Cabrera  
Raquel Vera Velázquez  
Carlos Alberto Castro Piguave  
Blanca Soledad Indacochea Ganchozo  
Johann Carlos Parrales Villacreses  
Diana Julissa Valverde Lucio

## AUTORES:

**Título:** Estrategias para el manejo sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita UNESUM 2022. Tomo 2

**Descriptor:** Agricultura; Suelo; Técnicas agrícolas; Café; Manabí.

**Código UNESCO:** 5102.01 Agricultura

**Clasificación Decimal Dewey/Cutter:** 630/V249

**Área:** Ciencias Agrícolas

**Edición:** 1<sup>era</sup>

**ISBN:** 978-9942-622-31-0

**Editorial:** Mawil Publicaciones de Ecuador, 2023

**Ciudad, País:** Quito, Ecuador

**Formato:** 148 x 210 mm.

**Páginas:** 228

**DOI:** <https://doi.org/10.26820/978-9942-622-31-0>

**URL:** <https://mawil.us/repositorio/index.php/academico/catalog/book/57>

Texto para docentes y estudiantes universitarios

El proyecto didáctico: **Estrategias para el manejo sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita UNESUM 2022. Tomo2**, es una obra colectiva escrita por varios autores y publicada por MAWIL; publicación revisada bajo la modalidad de pares académicos y por el equipo profesional de la editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.



Usted es libre de:  
**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.  
**Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

**Director Académico:** Lcdo. Alejandro Plúa Argoti

**Dirección Central MAWIL:** Office 18 Center Avenue Caldwell; New Jersey # 07006

**Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador:** Mg. Vanessa Pamela Quishpe Morocho

**Dirección de corrección:** Mg. Ayamara Galanton.

**Editor de Arte y Diseño:** Lic. Eduardo Flores, Arq. Alfredo Díaz

**Corrector de estilo:** Lic. Marcelo Acuña Cifuentes

# **TOMO 2**

**Estrategias para el manejo  
sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita  
UNESUM 2022**

# *Índices*

**Contenidos**



## Introducción /pág 8

### Capítulo I.

#### Desarrollo morfológico del café /pág 19

1.1. Comportamiento morfológico del café arábigo Sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos /pág 20

1.2. Estudio morfológico de tres genotipos de café arábigo (Coffea arábica) a la aplicación de diferentes láminas de riego /pág 47

1.3. Respuesta comparativa entre dos híbridos y dos variedades de café a la fertilización ecológica en etapa de crecimiento /pág 72

Anexos. Capítulo I /pág 105

### Capítulo II.

#### Producción cafetalera /pág 130

2.1. Respuesta productiva del café arábigo Sarchimor 4260 (Coffea arabica L) a diferentes fuentes de fertilización /pág 130

2.2. Respuesta productiva del café arábigo Sarchimor 4260 (Coffea arabica L) a diferentes fuentes de fertilización.

Segunda cosecha /pág 160

2.3. Comportamiento productivo de 20 cultivares de café (Coffea arabica L.) de 5 años de edad /pág 180

Anexos. Capítulo II /pág 203



## **TOMO 2**

**Estrategias para el manejo  
sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita  
UNESUM 2022**

# *Índices*

**Tablas**



Tabla 1.1. Tratamientos del ensayo de investigación. /pág 26

Tabla 1.2. Características del experimento. /pág 27

Tabla 1.3. Análisis de varianza. /pág 27

Tabla 1.4. Anova de altura de planta de seis evaluaciones efectuadas en el ensayo. /pág 31

Tabla 1.5. ANOVA de diámetro de tallo de seis evaluaciones realizadas en la investigación. /pág 34

Tabla 1.6. ANOVA de diámetro de copa de seis evaluaciones realizadas en el ensayo. /pág 36

Tabla 1.7. ANOVA de número de ramas de seis evaluaciones realizadas en la investigación. /pág 38

Tabla 1.8. ANOVA de seis evaluaciones de roya en el ensayo. /pág 39

Tabla 1.9. ANOVA de seis evaluaciones de ojo de gallo en el ensayo. /pág 41

Tabla 1.10. Valores del coeficiente de correlación de los análisis efectuados para seis variables. /pág 41

Tabla 1.11. Coeficiente de correlación de dos variables evaluadas en el ensayo. /pág 42

Tabla 1.12. Tratamientos y descripción de factores. /pág 53

Tabla 1.13. Característica experimental. /pág 53

Tabla 1.14. Análisis estadístico. /pág 54

Tabla 1.15. Resultados, propiedades físicas del suelo. /pág 58

Tabla 1.16. Análisis de asimetría y kurtosis sobre los tres genotipos arábigos. /pág 58

Tabla 1.17. Análisis de varianza homogénea sobre los genotipos mediante Shapiro-Wilks. /pág 59

Tabla 1.18. Análisis de varianza sobre el diámetro de los tres genotipos de café arábigo Catimor, Catucaí amarillo, Acawa amarillo. /pág 59

Tabla 1.19. Medias de variable diámetro de tallo. /pág 60

Tabla 1.20. Análisis de varianza de la altura de planta sobre los tres genotipos de café Arábico Catimor, Catucaí amarillo, Acawa amarillo. /pág 62

Tabla 1.21. Media de la altura de la planta. /pág 63

Tabla 1.22. Análisis de varianza sobre el largo de la hoja en tres genotipos de café Arábico Catimor, Catucaí amarillo, Acawa amarillo. /pág 64

Tabla 1.23. Medias de longitud de hoja. /pág 65

Tabla 1.24. Análisis de varianza de número de hojas de tres genotipos de café Arábico Catimor, Catucaí amarillo, Acawa amarillo. /pág 67

Tabla 1.25. Medias de número de hojas. /pág 68

Tabla 1.26. Realizar un análisis económico del establecimiento de los tres genotipos de café arábica, incluido el sistema de riego empleado en la experimentación. **/pág 69**

Tabla 1.27. Tratamientos de la investigación. **/pág 79**

Tabla 1.28. Delineamiento experimental. **/pág 79**

Tabla 1.29. Análisis de varianza. **/pág 80**

Tabla 1.30. Análisis de normalidad de datos. **/pág 84**

Tabla 1.31. Análisis de varianza de la variable altura de planta. **/pág 84**

Tabla 1.32. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo. **/pág 86**

Tabla 1.33. Análisis de varianza de variable número de hojas. **/pág 87**

Tabla 1.34. Análisis de varianza diámetro de copa. **/pág 88**

Tabla 1.35. Análisis de normalidad para las variables longitud y ancho de hojas. **/pág 90**

Tabla 1.36. Análisis de varianza de longitud y ancho de hoja. **/pág 90**

Tabla 1.37. Análisis estadístico de las variables fenotípicas estudiadas. **/pág 93**

Tabla 1.38. Tablas cruzadas de las variedades fenotípicas estudiadas. **/pág 94**

Tabla 2.1. Tratamientos de la investigación. **/pág 138**

Tabla 2.2. Delineamiento experimental. **/pág 139**

Tabla 2.3. Análisis de varianza. **/pág 139**

Tabla 2.4. Análisis de normalidad de datos. **/pág 143**

Tabla 2.5. Prueba de Kolmogórov-Smirnov. **/pág 143**

Tabla 2.6. Cuadrado medios de variables varianza de tipo factorial. **/pág 144**

Tabla 2.7. Prueba Tukey 5 % variable diámetro de copa. **/pág 146**

Tabla 2.8. Prueba de Tukey al 5%, variable Número de ramas. **/pág 147**

Tabla 2.9. Análisis de normalidad de datos. **/pág 150**

Tabla 2.10. Prueba de Kolmogórov-Smirnov. **/pág 150**

Tabla 2.11. Cuadrado medios de variables. **/pág 151**

Tabla 2.12. Rendimiento café oro qq/ha. **/pág 154**

Tabla 2.13. Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades. **/pág 155**

Tabla 2.14. Análisis relación beneficio costo. **/pág 156**

Tabla 2.15. Tratamientos de investigación. **/pág 166**

Tabla 2.16. Delineamiento experimental. **/pág 167**

Tabla 2.17. Análisis de varianza. **/pág 168**

Tabla 2.18. Análisis de normalidad de datos. **/pág 170**

Tabla 2.19. Cuadrados medios de variables analizadas. **/pág 171**

Tabla 2.20. Rendimiento a café oro qq/ha, sin ajuste. **/pág 175**

Tabla 2.21. Correlación de Pearson: coeficientes /probabilidades. **/pág 176**

Tabla 2.22. Relación beneficio costo. **/pág 177**

Tabla 2.23. Cultivares de café arábigo utilizados en la investigación. **/pág 183**

Tabla 2.24. Características del experimento. **/pág 184**

Tabla 2.25. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza. **/pág 185**

Tabla 2.26. Análisis de normalidad de los datos. **/pág 187**

Tabla 2.27. Análisis de varianza de la variable Rendimiento de café Cereza por hectárea. **/pág 187**

Tabla 2.28. Valores promedios y prueba de Tukey al 0,05 % de probabilidades de rendimiento de café por hectárea. **/pág 188**

Tabla 2.29. Análisis de varianza del número de frutos vanos por cada 100 granos. **/pág 189**

Tabla 2.30. Valores promedios y prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades de número de frutos vanos por cada 100 granos. **/pág 189**

Tabla 2.31. Análisis de varianza de la variable número de frutos con broca por cada 100 granos. **/pág 190**

Tabla 2.32. Valores promedios y prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades de número de frutos con broca por cada 100 granos. **/pág 191**

Tabla 2.33. Análisis de varianza de la variable peso de 100 granos. **/pág 192**

Tabla 2.34. Valores promedios y prueba de Tukey del peso de 100 granos de café Cereza. Al 0,05% de probabilidades. **/pág 192**

Tabla 2.35. Análisis de varianza de número de granos por nudos en rama de plantas de café. **/pág 193**

Tabla 2.36. Valores promedios y prueba de Tukey del número de granos por nudos en rama al 0,05% de probabilidades. **/pág 194**

# **TOMO 2**

**Estrategias para el manejo  
sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita  
UNESUM 2022**

# *Índices*

**Figuras**



- Figura 1.1. Comportamiento de altura de planta en el tiempo. /pág 32
- Figura 1.2. Comportamiento de diámetro de tallo en el tiempo. /pág 35
- Figura 1.3. Comportamiento de diámetro de copa en el tiempo. /pág 37
- Figura 1.4. Comportamiento de número de ramas en el tiempo. /pág 39
- Figura 1.5. Evaluación de presencia de roya en el ensayo. /pág 40
- Figura 1.6. Evaluación de presencia de ojo de gallo en el ensayo. /pág 40
- Figura 1.6.1. Prueba de Tukey variable diámetro de tallo. /pág 60
- Figura 1.7. Prueba de Tukey variable altura de la planta. /pág 62
- Figura 1.8. Prueba de Tukey variable longitud de hojas. /pág 65
- Figura 1.9. Prueba de Tukey variable número de hojas. /pág 67
- Figura 1.10. Altura de planta. /pág 85
- Figura 1.11. Diámetro del tallo. /pág 86
- Figura 1.12. Número de hojas. /pág 88
- Figura 1.13. Diámetro de copa. /pág 89
- Figura 1.14. Análisis de medias de la variable longitud de hoja mes 1. /pág 91
- Figura 1.15. Longitud de hoja mes 7. /pág 92
- Figura 1.16. Ancho de hoja mes 1. /pág 92
- Figura 1.17. Ancho de hoja mes 7. /pág 193
- Figura 1.18. Forma de hoja. /pág 95
- Figura 2.1. Altura de planta. /pág 145
- Figura 2.2. Diámetro de tallo. /pág 146
- Figura 2.3. Diámetro de hoja. /pág 147
- Figura 2.4. Longitud de hoja. /pág 148
- Figura 2.5. Tamaño ápice de hoja. /pág 149
- Figura 2.6. Número de nudos por rama. /pág 149
- Figura 2.7. Peso 100 g de fruto maduro. /pág 152
- Figura 2.8. Peso producción g/planta café pergamino. /pág 152
- Figura 2.9. Rendimiento café oro kg/ha. /pág 153
- Figura 2.10. Peso de 100 gr frutos maduros. /pág 172
- Figura 2.11. Peso de la producción g/planta pergamino. /pág 173
- Figura 2.12. Peso 100 gr café pergamino seco. /pág 173
- Figura 2.13. Conversión café cereza a café oro. /pág 174
- Figura 2.14. Rendimiento a café oro kg/ha, sin ajuste. /pág 175

**TOMO 2**

**Estrategias para el manejo  
sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita  
UNESUM 2022**

# *Introducción*

En las últimas décadas el sector mundial del café creció considerablemente a raíz del 65% de aumento en la demanda, con la crecida del consumo en economías emergentes y en países productores de café, además fue fuente de ingresos para más de 12 millones de fincas de todo el mundo, donde una cuarta parte están manejadas por mujeres empleado directamente en países productores a más de 25 millones de familias (Sette, Informe de la OIC sobre desarrollo cafetero, 2019).

Ecuador es una gran región natural, la cual cuenta con las condiciones biofísicas particulares y específicas que permiten obtener una gran variedad y riqueza de recursos naturales, según (Saavedra, 2012) poseen una gran particularidad con la presencia de suelos aptos para el desarrollo de actividades agrícolas. Sin embargo, los suelos se han visto afectados por procesos morfodinámicos, tal es el caso de la erosión que se presenta tanto por procesos naturales o de origen humano. A lo largo de la historia los suelos ecuatorianos han sido aprovechados para el desarrollo de la agricultura por las condiciones favorables que se presentan, pero poco a poco la erosión se ha encargado desaparecer estos suelos (Romero, 2012).

El café, en el Ecuador, es un cultivo de gran importancia económica, ya que cuenta con 199 215 ha cultivadas, el 68% de esta área corresponde a la especie *Coffea arábica* y el 32% a *Coffea canephora* (PRO ECUADOR, 2013). El cultivo de café está distribuido en 23 de las 24 provincias del país, por lo tanto está relacionado con un amplio tejido social. *C. arábica* recibe el nombre de café arábigo y es considerado el de mejor calidad, su producción se concentra en las provincias de Manabí (especialmente en la localidad de Jipijapa), Loja y en las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes. En cambio, *C. canephora*, llamado café robusta, se cultiva mayormente en la Amazonía, es decir en Sucumbíos y Orellana (Aspiazu & Navarro, 2009).

El informe de “Rendimientos de café grano seco en el Ecuador 2017” refleja el nivel de productividad de las especies de café Arábigo y Robusta a nivel nacional en el año 2017. Los principales resultados obtenidos indican que durante el periodo de análisis, la especie de café Arábigo representó el 65% de la producción nacional de café, con un rendimiento de 0.23 t/ha. El café Robusta constituyó el 35% del total producido a nivel nacional, con una productividad de 0.49 t/ha. Los factores que permitieron a los productores de café Arábigo obtener sus resultados son el uso de las variedades: Caturra (25%), Catucaí (19%) y Sarchimor (18%) y la obtención de características productivas adecuadas en la planta de café, como son: 1.32 ejes y 20.5 ramas productivas (Monteros, 2017).



La provincia de Manabí ocupa el primer lugar a nivel nacional en la producción de café, concentrado principalmente en los cantones Paján, Jipijapa, 24 de Mayo y Santa Ana. Sin embargo, los agricultores no contaban con el suficiente apoyo del Gobierno Central, sumado a los problemas suscitados por los fenómenos naturales, el incremento en los precios de los insumos agrícolas, el incremento de la oferta abaratando los precios, fueron factores que con el transcurrir de los años, los agricultores fueron abandonando sus tierras y emigrando a las ciudades en con el objetivo de mejorar la calidad de vida.

La caficultura de la provincia de Manabí prevalece el sistema de manejo tradicional del cultivo. El 85% de los cafetales se maneja deficientemente, obteniendo rendimientos muy bajos (5,18 quintales de café oro por hectárea). El otro 15% de la superficie cafetalera se maneja de manera semitecnificada, que permite rendimientos promedios estimados en 16 quintales de café oro por hectárea.

El suelo es un recurso natural no renovable, ya que según (FAO, 2013) testifica que el uso y el manejo se integra mediante una perspectiva de largo plazo dentro de un enfoque de desarrollo de una agricultura sustentable. El suelo es considerado un recurso natural importante, de ahí la necesidad de mantener su capacidad productiva, para que a través de ésta y de prácticas agrícolas adecuadas, se establezca un equilibrio entre la producción de la alimentación y el rápido aumento del índice demográfico (Almonte, 2010).

Torrente, (2009) establece que el propósito de caracterizar las propiedades de los suelos de la zona cafetera es una aptitud de uso y manejo, por la importancia de conocer: la composición, el perfil, las propiedades físicas y químicas, estos factores dependen muy estrechamente del tipo de muestreo y la importancia del análisis del suelo para determinar el pH, la materia orgánica, los macro y micronutrientes, y finalmente el diseño de un manejo adecuado de suelo en cuanto al tipo de cultivo a implementar (Villasanti & Roma, 2013)

El uso agrícola inmoderado del suelo, trae como consecuencia cambios negativos en sus propiedades, físicas, químicas y biológicas, para finalmente degradarse generando consecuencias directas al suelo por el hombre, por la no agregación de macro y micro elementos, y más aún por el uso indiscriminado de agroquímicos, llevándose a cabo la degradación química, física y biológica del suelo (Litardo, 2016).

Las condiciones físicas del suelo pueden imponer estreses que juegan un rol fundamental en el desarrollo y rendimiento de los cultivos ya que esto permite conocer mejor las actividades agrícolas como el laboreo, la fertilización,

disponibilidad de nutrientes, el drenaje, la irrigación, la conservación de suelos y agua. Por ende, una adecuada caracterización del ambiente físico del suelo es importante para definir e interpretar sus procesos químicos, microbiológicos y el crecimiento de los cultivos en el campo ya que existen análisis que hacen referencia a la morfología, al contenido hídrico o bien a la dinámica del agua en el suelo (Vacarro, 2018).

El suelo es un componente importante de los sistemas de producción que puede contribuir a mejorar la calidad y productividad agropecuaria y su asociación con el cambio climático. Por ello es necesario promover sistemas agropecuarios que sean polifuncionales, es decir, sistemas más productivos y diversos, que permitan mejorar las condiciones del suelo y la eficiencia de utilización de los nutrientes y el agua, de manera que favorezcan los servicios ecosistémicos y contribuyan a mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O. De esta forma, se aumenta la capacidad de resiliencia de los sistemas productivos al cambio climático. (Montiel, 2016).

Es necesario indicar que los suelos tienen un valor de gran importancia puesto que gracias a ello se pueden realizar la siembra de diversas plantas para la producción agrícola, de esta manera los suelos albergan un sinnúmero de organismos y microorganismos presentes en la descomposición de restos vegetales como también animales, esto va a beneficiar a los suelos que se encuentran en procesos de meteorización los cuales con el transcurrir de los años van a poseer grandes cantidades de minerales y en especial el nitrógeno fósforo y potasio que son requerido como elementos fundamentales para las plantas.

El suelo está relacionado con la cantidad disponible de nutrimentos para las plantas. Los elementos nutritivos que el café requiere en mayor cantidad los macronutrientes que son: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, el café necesita en menor cantidad: Calcio – Magnesio, Azufre – Hierro, Zinc – Manganeso, Boro – Cobre. La carencia de alguno de estos nutrimentos afecta el normal crecimiento y desarrollo de la plantación cafetera al igual que su producción potencial, tanto en calidad como en cantidad de café. (F. Vanegas, 2019).

Debido a la falta de interés por parte de los productores el sector cafetalero últimamente ha tenido diversas problemáticas, especialmente en la producción. Cabe recalcar que esto se debe al mal manejo que se le da al cultivo de café, por esta razón es necesario empaparse de conocimientos en especial tener en cuenta el tipo de suelo en el cual vamos a realizar la respectiva siembra, esta labor puede ejecutarse mediante un plan ajustado a

los resultados de los análisis de suelos o a través de un plan de abonamiento general, aspecto que incluye los otros componentes que interactúan en el aprovechamiento de los nutrientes por el cultivo, como son el tipo de suelo, así como la disponibilidad de agua en el suelo, los macronutrientes y micronutrientes, materia orgánica presente en el suelo, pH , entre otros.

Por todo lo antes expuesto se realizó el proyecto de investigación con el objetivo de evaluar la problemática del sector cafetalero, enfocando la capacidad productiva, recursos y condiciones de comercialización que presentan los caficultores en la provincia de Manabí con énfasis en los cantones Santa Ana, 24 de Mayo y Paján, haciendo una compilación del manejo de trabajo realizados con respecto al suelo cafetalero, demostrando una mayor productividad en los resultados obtenidos.

En el capítulo II se investigó el comportamiento morfológico del café arábigo Sarchimor 42 60 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos, el estudio morfológico de tres genotipos de café arábigo (*Coffea arábica*) a la aplicación de diferentes láminas de riego y la respuesta comparativa entre dos híbridos y dos variedades de café a la fertilización ecológica en etapa de crecimiento.

En el capítulo II se evaluó la respuesta productiva del café arábigo Sarchimor 42-60 (*Coffea arábica* L) a diferentes fuentes de fertilización.

**TOMO 2**

**Estrategias para el manejo  
sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita  
UNESUM 2022**

**Capítulo**

**I**

# Desarrollo morfológico del café



## **1.1. Comportamiento morfológico del café arábigo Sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos**

### **Resumen**

La producción de café es muy importante en el cantón Jipijapa y su baja productividad obedece en gran medida a la inapropiada utilización de fertilizantes. El objetivo fue determinar el comportamiento morfológico del café arábigo Sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos. La metodología explicativa científica de campo, implicó el uso de un diseño experimental de bloques al azar en arreglo factorial y ortogonal  $4 \times 3 + 1$ , donde el factor A: Tipos de fertilizantes A1: Micorriza + urea, A2: Humus de lombriz + urea, A3: Yeso Agrícola + urea, A4: Micro esencial + urea y A5: Testigo (urea); y el factor B dosis, las mismas que obedecían a las recomendaciones propias de cada producto. Las variables evaluadas a nivel morfológico fueron: altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa, número de ramas y, con relación a las enfermedades, se evaluó la afectación por roya y ojo de gallo. Los resultados establecieron una variabilidad significativa ( $p < 0,01$ ) para las variables morfológicas, no así para las enfermedades roya y ojo de gallo, que no incidieron en los tratamientos. El análisis de correlación determina relación estadística entre altura de planta y diámetro de tallo, diámetro de copa, número de ramas y la enfermedad ojo de gallo. Se concluye que la mejor respuesta morfológica en etapa de crecimiento del café arábigo Sarchimor 4260 se presenta con el humus de lombriz en dosis de 1,0 kg/planta + urea y el yeso agrícola con dosis de 100 gr/planta + urea, el testigo al que solo se le aplicó urea fue el que presentó resultados inferiores en comparación con los otros tratamientos.

### **Introducción**

El cultivo de café es una de las principales actividades agrícolas que se realizan en el Ecuador, pues se encuentra entre los diez cultivos con mayor superficie, además se produce en varias provincias del país. Ante su importancia, el Ministerio de Agricultura y Ganadería puso en marcha el operativo de rendimientos objetivos de café. Su objetivo es proporcionar información actualizada acerca de la producción y factores productivos del cultivo en el país, permitiendo facilitar y fundamentar la toma de decisiones en beneficio del sector (Monteros, 2017).

El informe de “Rendimientos de café grano seco en el Ecuador 2017” refleja el nivel de productividad de las especies de café Árábigo y Robusta

a nivel nacional en el año 2017. Los principales resultados obtenidos indican que durante el periodo de análisis, la especie de café Arábigo representó el 65% de la producción nacional de café, con un rendimiento de 0,23 t/ha. El café Robusta constituyó el 35% del total producido a nivel nacional, con una productividad de 0,49 t/ha. Los factores que permitieron a los productores de café Arábigo obtener sus resultados son el uso de las variedades: Caturra (25%), Catucaí (19%) y Sarchimor (18%) y la obtención de características productivas adecuadas en la planta de café, como son: 1,32 ejes y 20,5 ramas productivas (Monteros, 2017).

El café arábigo Sarchimor es el resultado del cruzamiento entre el híbrido de Timor y la variedad Villa Sarchi y fue desarrollado en el Centro Internacional de las Royas del Café (Oeiras, Portugal). En Ecuador se introdujeron las líneas de Sarchimor C-1669 y Sarchimor C-4260, en 1985. La línea C-1669 ha mostrado buena adaptación, principalmente en zonas secas de Manabí, el Oro y Loja, sus brotes son de color bronceado, de porte bajo y alta resistencia a la roya, alta producción y bajo porcentaje de grano vano (Jaramillo, 2018).

Una de las prácticas que contribuye con un óptimo crecimiento y al logro del máximo potencial productivo en el cultivo del café, es la fertilización. Esta labor puede realizarse mediante un plan ajustado a los resultados de los análisis de suelos o a través de un plan de abonamiento general. Cualquiera que sea la alternativa seleccionada, el éxito de la misma depende en buena medida de la oportunidad y la pertinencia con la que se lleve a cabo, aspecto que involucra los otros componentes que interactúan en el aprovechamiento de los nutrientes por el cultivo, como son el tipo de suelo, la edad de la planta, el estado de desarrollo del cultivo, así como la disponibilidad de agua en el suelo y de radiación solar (CENICAFÉ, 2014).

En la roya, uno de los puntos más importantes a considerar en el patógeno son la duración de su ciclo reproductivo, la cantidad de inóculo y los tipos de razas presentes en la población del hongo *H. vastatrix*. La roya es una enfermedad que para causar daños severos en los cafetales depende del desarrollo paulatino de múltiples ciclos de reproducción; diversos estudios indican que el tiempo desde que una espora germina y penetra invadiendo los tejidos internos de la hoja hasta que se forman las manchas con esporas puede tardar entre 20 y 40 días. Entre más favorables son las condiciones de temperatura y permanencia de agua sobre las hojas, menor será el tiempo para completar el ciclo (Barquero, 2013).

La nutrición de cultivos es un eje central en la producción agrícola, sin embargo, en ocasiones las adiciones de fertilizantes no corresponden a las condiciones edáficas del área de cultivo, ni a los requerimientos por parte de la planta; este inadecuado manejo de la fertilidad degrada el suelo, disminuye el rendimiento y aumenta los costos de producción. Una alternativa para conservar los suelos, es la aplicación de enmiendas orgánicas, las cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes y dan lugar a la recuperación de suelos (Bautista, 2017).

La diferencia que existe entre los fertilizantes químicos-sintéticos y los abonos orgánicos es que los primeros son altamente solubles y son aprovechados por las plantas en menor tiempo, pero generan un desequilibrio del suelo (acidificación, destrucción del sustrato, etc.), mientras que los orgánicos actúan de forma indirecta y lenta. Pero con la ventaja que mejoran la textura y estructura del suelo y se incrementa su capacidad de retención de nutrientes, liberándolos progresivamente en la medida que la planta los demande (MCCH Maquita Cushunchic, 2015).

Las últimas investigaciones recomiendan aplicar fertilizantes, dependiendo del sistema de producción del cafetal, según densidad de siembra y porcentaje de sombrío. Para cafetales con densidades de siembra altas (entre las 7.500 y las 10.000 plantas o ejes por hectárea) y un nivel de sombra menor al 35%, se deberá aplicar el 100% de la cantidad o dosis definida por la interpretación del análisis de suelos. En la medida en que las densidades de siembra disminuyan y los porcentajes de sombrío aumenten, las dosis a aplicar estarán entre el 85% y el 95% para cafetales a libre exposición y altas densidades de siembra. Por ejemplo, un cafetal con porcentaje de sombrío entre 45% y 55% solo se fertilizará con el 50% de la dosis definida en la interpretación del análisis; y uno con porcentajes superiores a ese sombrío, no deberá fertilizarse, pues bajo esas condiciones la plantación no responderá a la fertilización y el cafetero perderá recursos económicos, insumos y trabajo (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2011).

Tomando como base todos los estudios descritos anteriormente y con sus resultados, se desarrollará esta investigación que favorecerá a los productores cafetaleros de la zona sur de Manabí, especialmente los que tienen sembrados o van a sembrar el café arábigo Sarchimor 4260, que fue escogido como material de siembra para desarrollar la investigación por presentar rendimientos de grano por planta y resistencia elevada a la presencia de la roya.

En el Ecuador, el café es un producto primordial para el sector agropecuario por la generación de divisas e ingresos que implica su exportación (5.283 toneladas de café en grano al 2016). Además, durante los últimos 15 años se ha ubicado entre los primeros nueve cultivos con mayor superficie cosechada y es producido en 19 provincias del país (Monteros, 2017).

Las características productivas a nivel nacional de café Arábigo indican que el mes de mayor cosecha para esta especie es julio, las variedades más utilizadas por el agricultor fueron Caturra (25% de superficie), Catucaí (19% de superficie) y Sarchimor (18% de superficie), la densidad de siembra es de 3.097 plantas por hectárea, una planta de café Arábigo posee en promedio 1,32 ejes productivos y 20,5 ramas productivas de frutos, el 71% de productores sembraron material certificado, el 37% de los agricultores mecanizó el control de malezas, el 47% de los agricultores fertilizaron su cultivo, la fertilización promedio en elemento puro fue 0,57 qq/ha de nitrógeno, 0,62 qq/ha fósforo y 0,35 qq/ha de potasio (Monteros, 2017).

Los nutrientes pueden reducir las enfermedades o disminuir los niveles de intensidad que, junto con otras prácticas de manejo, logran una mejor sanidad de los cultivos y optimizan las condiciones de crecimiento. “Los nutrientes pueden afectar el desarrollo de las enfermedades a través de su impacto en la fisiología vegetal o mediante su efecto sobre los patógenos”. “La interacción nutriente-planta-enfermedad no siempre se comporta del mismo modo. Una determinada situación nutricional o un nutriente en particular, puede influir en la disminución de la severidad de un patógeno, pero también puede incrementar la intensidad de la enfermedad causada por otro patógeno o no generar ningún cambio (Repetto, 2015).

La investigación se desplegó porque es necesario identificar qué productos utilizados como fertilizantes en las plantas de café permiten explotar al máximo el potencial genético de las plantas de café arábigo Sarchimor 4260 y de esta manera garantizar un desarrollo morfológico idóneo, para garantizar posteriormente una elevada producción de grano por planta.

La investigación se desarrolló para que los productores cafetaleros obtengan mayor crecimiento de las plantas y producción de grano en las plantaciones de café y de esta manera garantizar una producción adecuada y generar ingresos económicos para los productores de café de la zona, debido a que en la investigación se contó con un plan de fertilización orgánica y química, además, con un manejo eficiente de plagas y enfermedades para de esta manera garantizar una buena producción de café con manejo ecológico.



Los beneficiarios de la investigación serán los productores cafetaleros de la zona sur de Manabí, porque contarán con información técnica validada sobre fertilización de café arábigo en condiciones agroecológicas de esta zona de Manabí.

La baja productividad constituye el principal problema técnico productivo de la caficultura. Esta situación es generada por diversos factores, entre los cuales se citan la vejez de las plantaciones, falta de poda de las plantaciones y de árboles sombreadores, poco uso de fertilizantes. Adicional a estos factores, la reaparición de fuertes ataque de roya (*Hemileia vastatrix*) en los cafetales ha reducido drásticamente la productividad del cultivo a nivel nacional (Batista, 2018).

La roya del cafeto, enfermedad causada por el patógeno *Hemileia vastatrix* (Berk et Br.), es un hongo que pertenece a la familia Puccineaceae, orden Uredinales, clase Basidiomycetes. Todos los hongos pertenecientes a este orden, son parásitos obligados, desarrollados únicamente en tejido vivo de su planta hospedera, en este caso las hojas del cafeto. Inicialmente, sus síntomas se manifiestan con la aparición de pequeñas lesiones o manchas redondas, color amarillo pálido, de 1 a 3 milímetros de diámetro. Esta mancha es translúcida, si se examina contra la luz y se asemejan a manchas de aceite.

En la actualidad los productores cafetaleros de la zona sur de Manabí cuentan con plantaciones viejas que sobrepasan ampliamente la vida útil de las plantas de café, esto conlleva a tener una escasa o limitada producción de granos lo que no hace rentable el cultivo.

Complementado esto con que los productores no presentan conocimientos técnicos adecuados que permitan realizar un eficiente manejo agronómico de las plantas de café, especialmente control de enfermedades, y en lo referente a la aplicación de abonos o fertilizantes, para poder suplir la demanda de nutrientes que presenta el cultivo de café, por lo que incurren en mantener deficiencias nutricionales en las plantas, lo que incita a tener plantas de bajo rendimiento de grano y, por consiguiente, bajar la producción desmejorando la calidad y cantidad de frutos obtenidos, limitando de esta forma los ingresos económicos para los productores cafetaleros.

### **Metodología utilizada**

La investigación se desarrolló en la finca de la Andil, perteneciente a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicada en el kilómetro 5 de la vía que conduce a la parroquia Noboa del cantón 24 de Mayo. Esta se encuentra

ubicada a 378 m.s.n.m., con una georreferenciación de 17M 0551229 y UTM 9851068.

24 de Mayo es un cantón de la provincia de Manabí en Ecuador, tiene una población de 28.846 habitantes.

**Superficie:** 524 km<sup>2</sup>

**Alcalde:** Elicro Duval Valeriano Ponce

**Capital:** Sucre

**Coordenadas:** 1°16'44"S 80°25'12"O / -1.27888889, -80.42

**Idioma oficial:** español

**Altitud:** media 242 m s. n. m.

### Límites

**Al norte:** con el cantón Santa Ana

**Al sur:** con el cantón Paján

**Al este:** con los cantones Santa Ana y Olmedo

**Al oeste:** con el cantón Jipijapa

En la actualidad, el cantón 24 de Mayo está subdividido en una parroquia urbana y tres rurales, distribuidos de la siguiente manera:

**Urbana:** Sucre (cabecera cantonal).

**Rurales:** Bellavista, Arquitecto Sixto Duran Ballén y Noboa.

### Método explicativo o experimental

Se utilizará el método experimental porque en él el investigador desea comprobar los efectos de una intervención específica, en este caso el investigador tiene un papel activo, se llevará a cabo una intervención. En los estudios experimentales el investigador manipula las condiciones de la investigación.

### Factores en estudio

**Factor A:** Tipos de fertilizantes

A1: Micorriza

A2: Humus de lombriz

A3: Yeso agrícola

A4: Micro esencial

A5: Testigo (urea)

Factor B: Dosis

B1: Dosis 1

B2: Dosis 2

B3: Dosis 3 (dosis varían en función del producto)

### Tratamientos

**Tabla 1.1.**

*Tratamientos del ensayo de investigación.*

N.º	Nomenclatura	Factor A.- Tipos de fertilizantes	Factor B.- Dosis de aplicación
1	A1 X B1	Urea - Micorriza	0,5 gr/planta
2	A1 X B2	Urea - Micorriza	1,0 gr/planta
3	A1 X B3	Urea - Micorriza	1,5 gr/planta
4	A2 X B1	Urea - Humus de lombriz	0,5 kg/planta
5	A2 X B2	Urea - Humus de lombriz	1,0 kg/planta
6	A2 X B3	Urea - Humus de lombriz	1,5 kg/planta
7	A3 X B1	Urea - Yeso agrícola	50 gr/planta
8	A3 X B2	Urea - Yeso agrícola	100 gr/planta
9	A3 X B3	Urea - Yeso agrícola	150 gr/planta
10	A4 X B1	Urea - Micro esencial	40 gr/planta
11	A4 X B2	Urea - Micro esencial	80 gr/planta
12	A4 X B3	Urea - Micro esencial	120 gr/planta
13	A5 X B1	Testigo	

### Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó es bloque al azar en arreglo factorial y ortogonal  $4 \times 3 + 1$

El modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + d_j + d_k + dd_{jk} + e_{jkl}$$

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta en la  $i_{jk}$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = Media general de la variable de respuesta

$\beta_j$  = Efecto de la j-ésima repetición

$d_j$  = Efecto de la i-ésima factor

$d_k$  = Efecto del i-ésima nivel

$d_{djk}$  = Efecto de la interacción de factores

$e_{jkl}$  = Error experimental asociado a la  $i_{jk}$ -ésima unidad experimental

De igual manera se realizó análisis de regresión lineal de todo el periodo de investigación y la correlación de variables respuesta.

### Tabla 1.2.

#### Características del experimento.

Delineamiento experimental	
Unidades o parcelas experimentales	: 39
Número de repeticiones	: 3
Número de tratamientos	: 13
Número de plantas por unidad experimental	: 36
Número de plantas evaluadas en parcela útil	: 10
Distancia entre hileras	: 2 m
Distancia entre plantas	: 1,5 m
Distancia entre repeticiones	: 2 m
Longitud de parcela	: 18 m
Ancho de parcela	: 8 m
Área total de la parcela	: 144 m <sup>2</sup> (18 m x 8 m)
Área total del ensayo	: 1.440 m <sup>2</sup> (60 m x 24 m)

### Análisis estadístico

De acuerdo al análisis estadístico expuesto en el diseño experimental, se aplicó el siguiente tabla:

### Tabla 1.3.

#### Análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Repetición	2
Factor A	3
Factor B	2
Interacción A x B	6

Testigo vs resto	1
Error	25
Total	39

### Análisis funcional

La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades.

### Coefficiente de variación

El coeficiente de variación utilizado tomó en consideración la siguiente fórmula:

$$C. V. \% = \frac{\sqrt{CME}}{X} X 100$$

### Variables a ser evaluadas

Se analizaron las siguientes variables, mismas que permitirán medir el comportamiento morfológico de la planta.

- **Altura de planta.** Se tomó este dato considerando desde el ras del suelo hasta el último par de hojas antes de llegar al brote del ápice en 9 plantas por cada repetición seleccionadas, cada 30 días con la ayuda de un flexómetro
- **Diámetro de tallo.** Esta variable fue tomada en 9 plantas por cada repetición, utilizadas para tomar altura de planta con la ayuda de un calibrador Vernier o pie de rey, se tomó el diámetro en la parte del tallo cada 30 días.
- **Diámetro de copa.** Se contabilizó esta variable con la ayuda de una cinta métrica o flexómetro tomando las ramas del tercio medio de la planta se obtuvieron los datos en 9 plantas por cada repetición seleccionadas cada 30 días.
- **Número de ramas.** Se contabilizaron el número de ramas cada mes en las 9 plantas por cada repetición consideradas útiles por el tratamiento.

Se consideraron para su análisis las siguientes variables.

- **Evaluación de roya.** Se tomó este dato cada 30 días, evaluando la incidencia de la roya en 9 plantas por cada repetición seleccionadas dentro de la parcela útil, y se evalúa la planta.
- **Evaluación de ojo de gallo.** Se tomó este dato cada 30 días evaluando la incidencia de ojo de gallo en 9 plantas por cada repetición, tomadas y seleccionadas dentro de la parcela útil, y se evalúa la planta.
- Dada la importancia de conocer la correlación entre variables se plantea definir la relación existente entre la incidencia de enfermedades y la fertilización.
- **Comparaciones estadísticas.** Se realizará la comparación estadística de la relación que pueda existir entre la presencia de las enfermedades, como es la roya y el ojo de gallo, con el nivel de fertilización implementado.

### Manejo específico de la investigación

- **Aplicación de fertilizantes.** Se inició con la adecuada fertilización con cada uno de los productos químicos y orgánicos (urea, micorriza, humus de lombriz, yeso agrícola y micro esencial), con las medidas indicadas para el desarrollo de la tesis, a las plantas seleccionadas para la investigación se las identificó con una piola y de acuerdo a esto se fertilizó con las dosis indicadas para cada repetición.
- **Control de maleza.** Se realizó durante los 6 meses por cada mes de forma manual (machete) con la ayuda de jornales para así evitar que la planta de café se pierda en la maleza
- **Riego.** El riego se efectuó cuando la situación lo ameritó de acuerdo a las condiciones climáticas que se presentaron en la zona.
- **Manejo técnico.** Se llevó un adecuado manejo técnico para así evitar que se propaguen enfermedades cortando chupones, revisando las plantas frecuentemente cada mes.
- **Control de malezas.** El control de malezas se efectuará de forma manual y también con la utilización de un herbicida selectivo, según como aparezcan las malezas (INIAP, 2018).
- **Podas de formación.** Se efectuará la poda de formación de los cafetos de acuerdo al desarrollo que tengan las plantas (INIAP, 2018).

- **Toma de datos.** Los datos fueron tomados cada mes por los 6 meses con el flexómetro y pie de rey basados en la investigación de campo y fundamentado en la toma de datos para la respectiva tabulación de los mismos.
- **Tabulación de datos.** La respectiva tabulación se llevó a cabo luego de tener todos los datos tomados, para así poderlos trabajar en Infostat y obtener los respectivos resultados con la ayuda de mi tutor de tesis.

### **Resultados experimentales**

Evidenciar el desarrollo morfológico del café arábigo Sarchimor 4260 con diferentes tratamientos de fertilizantes químicos y orgánicos

#### **Altura de planta**

##### **Evaluación de altura de planta en el mes de febrero**

La tabla 1.3, presenta la prueba de significación estadística realizada para la evaluación de altura de planta en el mes de febrero, aquí se observa que la mayor altura de planta se presenta en los tratamientos humus de lombriz 0,5 kg/planta con 57,67<sup>a</sup> cm; humus de lombriz 1,0 kg/planta con 60,33<sup>a</sup> cm y yeso agrícola 100 gr/planta con 60,89<sup>a</sup> cm.

##### **Evaluación de altura de planta en el mes de marzo**

En la tabla 1.1, se presenta los valores promedios con la prueba de Tukey efectuada, aquí se observa que el mayor promedio de altura de planta se presenta en los tratamientos humus de lombriz 1,0 kg/planta con 62,56<sup>a</sup> cm y humus de lombriz 1,0 kg/planta con 63<sup>a</sup> cm.

##### **Evaluación de altura de planta en el mes de abril**

Según los resultados mostrados en la Tabla 1.3, donde se presentan los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada, se puede indicar que la mayor altura de planta se presenta en los tratamientos humus de lombriz 0,5 kg/planta con 62,44<sup>a</sup> cm y el humus de lombriz 1,0 kg/planta con 68,00<sup>a</sup> cm.

##### **Evaluación de altura de planta en el mes de mayo**

La tabla 1.4, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada para la evaluación realizada en el mes de mayo de altura de planta, aquí se puede observar que la mayor altura de planta se presenta en los tratamientos humus de lombriz 1,0 kg/planta con 71,33<sup>a</sup> cm, yeso agrícola 100 gr/planta con 68,22<sup>a</sup>cm y yeso agrícola 150 gr/planta con 68,89<sup>a</sup>cm.

## Evaluación de altura de planta en el mes de junio

La tabla 1.4, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada para la evaluación altura de planta realizada en el mes de junio, aquí se observa que los mayores promedios corresponden a los tratamientos humus de lombriz 1,0 kg/planta con 73,67<sup>a</sup> cm, yeso agrícola 100 gr/planta con 71,56<sup>a</sup> cm y yeso agrícola 150 gr/planta con 70,45<sup>a</sup> cm.

## Evaluación de altura de planta en el mes de julio

En la tabla 1.4, se puede observar los valores promedios por tratamiento y la prueba de Tukey realizada para la evaluación de altura de planta efectuado en el mes de julio, aquí se observa que la mayor altura de planta se presenta en los tratamientos humus de lombriz 1,0 kg/planta con 74,55<sup>ab</sup> cm y yeso agrícola 100 gr/planta con 72,45<sup>ab</sup> cm.

**Tabla 1.4.**

*Anova de altura de planta de seis evaluaciones efectuadas en el ensayo.*

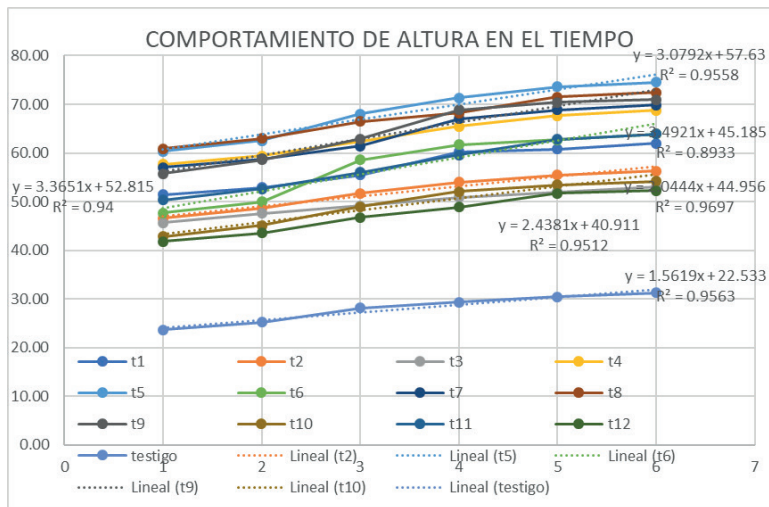
ANOVA altura de planta						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza 0,5 gr/planta	51,44 <sup>ab</sup>	52,89 <sup>abc</sup>	55,45 <sup>ab</sup>	60,22 <sup>abc</sup>	60,78 <sup>abc</sup>	62 <sup>abc</sup>
Micorriza 1,0 gr/planta	46,56 <sup>abc</sup>	48,67 <sup>abc</sup>	51,67 <sup>ab</sup>	54 <sup>abc</sup>	55,45 <sup>abc</sup>	56,33 <sup>bcd</sup>
Micorriza 1,5 gr/planta	45,67 <sup>abc</sup>	47,56 <sup>abcd</sup>	49,11 <sup>abc</sup>	50,89 <sup>bcd</sup>	52 <sup>bcd</sup>	53 <sup>bcd</sup>
Humus de lombriz 0,5 kg/planta	57,67 <sup>a</sup>	59,45 <sup>ab</sup>	62,44 <sup>a</sup>	65,45 <sup>ab</sup>	67,67 <sup>ab</sup>	68,78 <sup>abc</sup>
Humus de lombriz 1,0 kg/planta	60,33 <sup>a</sup>	62,56 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	71,33 <sup>a</sup>	73,67 <sup>a</sup>	74,55 <sup>ab</sup>
H						
Humus de lombriz 1,5 kg/planta	47,67 <sup>abc</sup>	50 <sup>abc</sup>	58,56 <sup>ab</sup>	61,67 <sup>abc</sup>	62,67 <sup>abc</sup>	63,89 <sup>abc</sup>
Yeso Agrícola 50 gr/planta	57 <sup>ab</sup>	58,78 <sup>abc</sup>	61,44 <sup>ab</sup>	67 <sup>ab</sup>	68,89 <sup>abc</sup>	69,89 <sup>abc</sup>
Yeso Agrícola 100 gr/planta	60,89 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	66,45 <sup>ab</sup>	68,22 <sup>a</sup>	71,56 <sup>a</sup>	72,45 <sup>ab</sup>
Yeso Agrícola 150 gr/planta	55,78 <sup>ab</sup>	58,56 <sup>abc</sup>	62,89 <sup>ab</sup>	68,89 <sup>a</sup>	70,45 <sup>a</sup>	71 <sup>abc</sup>
Micro esencial 40 gr/planta	42,78 <sup>abc</sup>	45,11 <sup>bcd</sup>	49 <sup>abc</sup>	52,11 <sup>bcd</sup>	53,44 <sup>bcd</sup>	54,22 <sup>bcd</sup>
Micro esencial 80 gr/planta	50,33 <sup>ab</sup>	52,67 <sup>abc</sup>	56 <sup>ab</sup>	59,56 <sup>abc</sup>	62,78 <sup>abc</sup>	63,89 <sup>abc</sup>
Micro esencial 120 gr/planta	41,78 <sup>ab</sup>	43,56 <sup>bcd</sup>	46,78 <sup>ab</sup>	48,89 <sup>cd</sup>	51,67 <sup>cd</sup>	52,22 <sup>bcd</sup>
Testigo (urea)	23,67 <sup>c</sup>	25,22 <sup>c</sup>	28,11 <sup>c</sup>	29,33 <sup>c</sup>	30,45 <sup>c</sup>	31,22 <sup>c</sup>



En la figura 1.1 se muestra el comportamiento de altura de planta en el tiempo.

**Figura 1.1.**

*Comportamiento de altura de planta en el tiempo.*



## Diámetro de tallo (cm)

### Toma de datos de diámetro de tallo en el mes de febrero

La tabla 1.5, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada para diámetro de tallo tomado en el mes de febrero, aquí se puede observar que el mayor diámetro se presenta en los tratamientos micorriza 0,5 gr/planta con 1,06<sup>a</sup> cm, humus de lombriz 1,0 kg/planta con 1,1<sup>a</sup> cm, yeso agrícola 100 gr/planta con 1,03<sup>a</sup> cm y yeso agrícola 150 gr/planta con 1,02<sup>a</sup> cm.

### Toma de datos de diámetro de tallo en el mes de marzo

En la tabla 1.5, se presentan los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada para diámetro de tallo tomado el mes de marzo, aquí los mayores promedios se obtuvieron en los tratamientos micorriza 0,5 gr/planta con 1,17<sup>a</sup>cm, humus de lombriz 1,0 kg/planta con 1,23<sup>a</sup> cm, yeso agrícola 100 gr/planta con 1,14<sup>a</sup> cm y yeso agrícola 150 gr/planta con 1,1<sup>a</sup> cm.

### **Toma de datos de diámetro de tallo en el mes de abril**

La tabla 1.5, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada para diámetro de tallo tomada en el mes de abril, aquí se observa que los mayores promedios se presentan en los tratamientos micorriza 0,5 gr/planta con 1,29<sup>a</sup> cm, humus de lombriz 0,5 kg/planta con 1,11<sup>a</sup>cm, humus de lombriz 1,0 kg/planta con 1,33<sup>a</sup> cm, humus de lombriz 1,5 kg/planta con 1,06<sup>a</sup>cm, yeso agrícola 50 gr/planta con 1,09<sup>a</sup>cm, yeso agrícola 100 gr/planta con 1,23<sup>a</sup>cm y yeso agrícola 150 gr/planta con 1,24<sup>a</sup>cm.

### **Toma de datos de diámetro de tallo en el mes de mayo**

En la tabla 1.5, se puede observar los valores promedio y la prueba de Tukey realizada en la evaluación de diámetro de tallo tomada en el mes de mayo, aquí se puede notar que los mayores promedios los presentan los tratamientos micorriza 0,5 gr/planta con 1,43<sup>a</sup> cm y humus de lombriz 1,0 kg/planta 1,41<sup>a</sup>cm.

### **Toma de datos de diámetro de tallo en el mes de junio**

La tabla 1.5, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey realizada para diámetro de tallo evaluado en el mes de junio, aquí se observa que los mayores promedios se presentan en los tratamientos micorriza 0,5 gr/planta con 1,49<sup>a</sup> cm, humus de lombriz 0,5 kg/planta con 1,46<sup>a</sup> cm, humus de lombriz 1,0 kg/planta con 1,46<sup>a</sup>cm, yeso agrícola 100 gr/planta con 1,51<sup>a</sup>cm y yeso agrícola 150 gr/planta con 1,44<sup>a</sup>cm.

### **Toma de datos de diámetro de tallo en el mes de julio**

En la tabla 1.5, se puede observar los valores promedio y la prueba de Tukey realizada para diámetro de tallo tomado en el mes de julio, aquí se puede notar que los mejores promedios se presentan en los tratamientos micorriza 0,5 gr/planta con 1,52<sup>a</sup> cm, humus de lombriz 0,5 kg/planta con 1,51<sup>a</sup> cm, humus de lombriz 1,0 kg/planta con 1,51<sup>a</sup> cm, yeso agrícola 100 gr/planta con 1,57<sup>a</sup> cm y yeso agrícola 150 gr/planta con 1,49<sup>a</sup> cm.

**Tabla 1.5.**

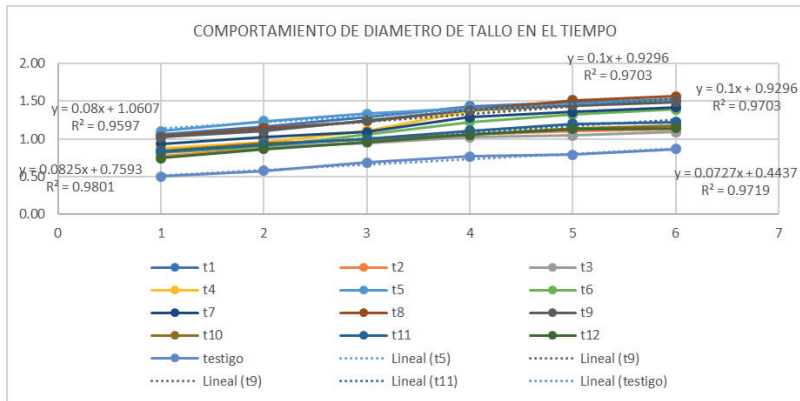
*ANOVA de diámetro de tallo de seis evaluaciones realizadas en la investigación.*

ANOVA diámetro de tallo						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza 0,5 gr/planta	1,06 <sup>a</sup>	1,17 <sup>a</sup>	1,29 <sup>a</sup>	1,43 <sup>a</sup>	1,49 <sup>a</sup>	1,52 <sup>a</sup>
Micorriza 1,0 gr/planta	0,77 <sup>ab</sup>	0,88 <sup>ab</sup>	0,96 <sup>ab</sup>	1,06 <sup>bc</sup>	1,1 <sup>abc</sup>	1,13 <sup>abc</sup>
Micorriza 1,5 gr/planta	0,83 <sup>ab</sup>	0,90 <sup>ab</sup>	0,94 <sup>ab</sup>	1,02 <sup>bc</sup>	1,04 <sup>bc</sup>	1,09 <sup>bc</sup>
Humus de lombriz 0,5 kg/planta	0,88 <sup>ab</sup>	0,96 <sup>ab</sup>	1,11 <sup>a</sup>	1,37 <sup>ab</sup>	1,46 <sup>a</sup>	1,51 <sup>a</sup>
Humus de lombriz 1,0 kg/planta	1,1 <sup>a</sup>	1,23 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>	1,46 <sup>a</sup>	1,51 <sup>a</sup>
Humus de lombriz 1,5 kg/planta	0,81 <sup>ab</sup>	0,90 <sup>ab</sup>	1,06 <sup>a</sup>	1,22 <sup>abc</sup>	1,32 <sup>ab</sup>	1,39 <sup>ab</sup>
Yeso Agrícola 50 gr/planta	0,93 <sup>ab</sup>	1,02 <sup>ab</sup>	1,09 <sup>a</sup>	1,29 <sup>abc</sup>	1,36 <sup>ab</sup>	1,42 <sup>ab</sup>
Yeso Agrícola 100 gr/planta	1,03 <sup>a</sup>	1,14 <sup>a</sup>	1,23 <sup>a</sup>	1,38 <sup>abc</sup>	1,51 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>
Yeso Agrícola 150 gr/planta	1,02 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>	1,24 <sup>a</sup>	1,38 <sup>abc</sup>	1,44 <sup>a</sup>	1,49 <sup>a</sup>
Micro esencial 40 gr/planta	0,84 <sup>ab</sup>	0,94 <sup>ab</sup>	0,99 <sup>ab</sup>	1,06 <sup>bc</sup>	1,14 <sup>abc</sup>	1,18 <sup>abc</sup>
Micro esencial 80 gr/planta	0,83 <sup>ab</sup>	0,92 <sup>ab</sup>	1 <sup>ab</sup>	1,11 <sup>bc</sup>	1,2 <sup>abc</sup>	1,22 <sup>abc</sup>
Micro esencial 120 gr/planta	0,74 <sup>ab</sup>	0,87 <sup>ab</sup>	0,96 <sup>ab</sup>	1,06 <sup>bc</sup>	1,13 <sup>abc</sup>	1,14 <sup>abc</sup>
Testigo (urea)	0,50 <sup>b</sup>	0,58 <sup>b</sup>	0,69 <sup>b</sup>	0,77 <sup>c</sup>	0,79 <sup>c</sup>	0,87 <sup>c</sup>

La figura 1.2, presenta el comportamiento de diámetro de tallo en el tiempo.

**Figura 1.2.**

*Comportamiento de diámetro de tallo en el tiempo.*



**Diámetro de copa**

**Diámetro de copa tomado en el mes de febrero**

La tabla 1.6, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey realizada en la evaluación de diámetro de copa del mes de febrero, aquí se observa que los mayores promedios se presentan en el tratamiento humus de lombriz 1,0 kg/planta con 72,00<sup>a</sup> cm.

**Diámetro de copa tomado en el mes de marzo**

En la tabla 1.6, se presentan los valores promedios y la prueba de Tukey realizada para la evaluación de diámetro de copa realizada en el mes de marzo, aquí se puede observar que los mayores promedios se presentan en el tratamiento humus de lombriz 1,0 kg/planta con 74,00<sup>a</sup>cm.

**Diámetro de copa tomado en el mes de abril**

La tabla 1.6, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada para la evaluación de diámetro de copa tomado en el mes de abril, aquí se observa que los mejores promedios se presentan en los tratamientos humus de lombriz 0,5 kg/planta con 70,00<sup>a</sup>cm, humus de lombriz 1,00 kg/planta con 75,00<sup>a</sup>cm y yeso agrícola 100 gr/planta con 71,00<sup>a</sup>cm.

### Diámetro de copa tomado en el mes de mayo

En la tabla 1.6, se presenta los valores promedios y prueba de Tukey efectuada para la variable diámetro de copa tomado en el mes de mayo, aquí se observa que el mejor tratamiento se presenta en humus de lombriz 1,0 kg/planta con 78,45<sup>a</sup> cm.

### Diámetro de copa tomado en el mes de junio

En la tabla 1.6, se presentan los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada para la variable diámetro de copa tomada en el mes de junio, aquí se puede notar que el mejor tratamiento correspondió a donde se utilizó humus de lombriz 1,0 kg/planta con 79,44<sup>a</sup> cm.

### Diámetro de copa tomado en el mes de julio

En la tabla 1.6, se presentan los valores promedios y la prueba de Tukey realizada para la variable diámetro de copa tomada en el mes de julio, aquí se observa que los mejores promedios corresponden a los tratamientos donde se utilizó humus de lombriz 0,5 kg/planta con 75,22<sup>a</sup> cm y humus de lombriz 1,0 kg/planta con 80,66<sup>a</sup>cm.

**Tabla 1.6.**

*ANOVA de diámetro de copa de seis evaluaciones realizadas en el ensayo.*

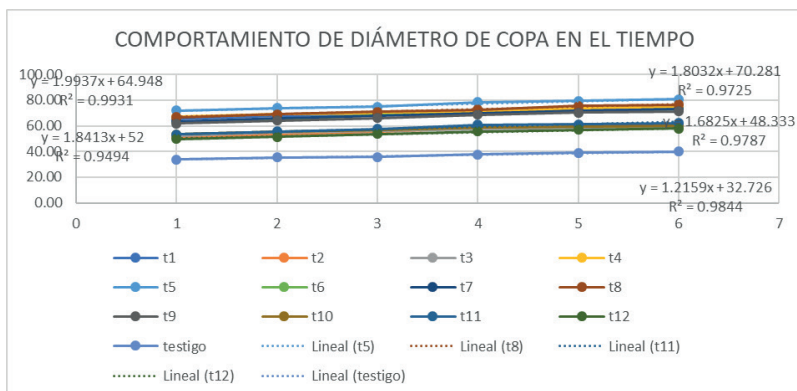
	ANOVA diámetro de copa					
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza 0,5 gr/planta	65,44 <sup>ab</sup>	67,78 <sup>ab</sup>	68,66 <sup>ab</sup>	72,44 <sup>ab</sup>	72,89 <sup>abc</sup>	74,67 <sup>ab</sup>
Micorriza 1,0 gr/planta	51,22 <sup>abcn</sup>	53,56 <sup>abcn</sup>	55,67 <sup>abc</sup>	58,22 <sup>bcd</sup>	59,67 <sup>abcn</sup>	61,22 <sup>abcn</sup>
Micorriza 1,5 gr/planta	52 <sup>abcn</sup>	54,56 <sup>abcn</sup>	55,89 <sup>abc</sup>	57,5 <sup>bcd</sup>	58,67 <sup>abcn</sup>	59,22 <sup>bcd</sup>
Humus de lombriz 0,5 kg/planta	67,11 <sup>ab</sup>	69,11 <sup>ab</sup>	70 <sup>a</sup>	71,22 <sup>ab</sup>	74 <sup>ab</sup>	75,22 <sup>a</sup>
Humus de lombriz 1,0 kg/planta	72 <sup>a</sup>	74 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>	78,45 <sup>a</sup>	79,44 <sup>a</sup>	80,66 <sup>a</sup>
Humus de lombriz 1,5 kg/planta	62,78 <sup>abc</sup>	64,89 <sup>abc</sup>	68,44 <sup>ab</sup>	69,33 <sup>abc</sup>	70,89 <sup>abc</sup>	72,89 <sup>abc</sup>
Yeso agrícola 50 gr/planta	63,33 <sup>abc</sup>	66,22 <sup>abc</sup>	67,89 <sup>ab</sup>	69,66 <sup>abc</sup>	71,67 <sup>abc</sup>	73 <sup>abc</sup>
Yeso agrícola 100 gr/planta	66,89 <sup>ab</sup>	69 <sup>ab</sup>	71 <sup>a</sup>	72,56 <sup>ab</sup>	75,44 <sup>abc</sup>	76,67 <sup>ab</sup>
Yeso agrícola 150 gr/planta	62 <sup>abc</sup>	64,11 <sup>abc</sup>	66,22 <sup>ab</sup>	68,56 <sup>abc</sup>	70,44 <sup>abc</sup>	71,33 <sup>abc</sup>
Micro esencial 40 gr/planta	53,22 <sup>bcd</sup>	55,22 <sup>abcn</sup>	56,77 <sup>abc</sup>	58,44 <sup>bcd</sup>	59,33 <sup>abcn</sup>	60,11 <sup>abcn</sup>
Micro esencial 80 gr/planta	53,33 <sup>bcd</sup>	55,56 <sup>abcn</sup>	57,56 <sup>abc</sup>	60,78 <sup>bcd</sup>	61,33 <sup>abcn</sup>	62,11 <sup>abcn</sup>

Micro esencial 120 gr/planta	49,67 <sup>bc</sup>	51,56 <sup>abcn</sup>	53,67 <sup>abc</sup>	55,67 <sup>bcd</sup>	57 <sup>bc</sup>	57,78 <sup>bcd</sup>
Testigo (urea)	33,89 <sup>a</sup>	35,44 <sup>a</sup>	35,89 <sup>c</sup>	37,78 <sup>d</sup>	39 <sup>a</sup>	39,89 <sup>a</sup>

La figura 1.3, presenta el comportamiento de diámetro de copa en el tiempo.

**Figura 1.3.**

*Comportamiento de diámetro de copa en el tiempo.*



### Número de ramas

#### Número de ramas tomado en el mes de febrero

La tabla 1.7, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada para la evaluación realizada en el mes de febrero para número de ramas, aquí se puede notar que los mayores promedios se presentan en el tratamiento humus de lombriz 1,0 kg/planta con 15,22<sup>a</sup> ramas.

#### Número de ramas tomado en el mes de marzo

En la tabla 1.7, se presentan los valores promedios y la prueba de Tukey realizada para la evaluación de número de ramas efectuada en el mes de marzo, aquí se puede notar que el mejor tratamiento corresponde al que utilizó humus de lombriz 1,0 kg/planta con 17,11<sup>a</sup> ramas.

#### Número de ramas tomado en el mes de abril

En la tabla 1.7, se presentan los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada para la variable número de ramas tomada en el mes de abril, aquí se puede ver que el mejor promedio corresponde al tratamiento donde se utilizó humus de lombriz 1,0 kg/planta con 18,56<sup>a</sup> ramas.

### Número de ramas tomado en el mes de mayo

La tabla 1.7, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey realizada para número de ramas tomada en el mes de mayo, aquí se observa que el mejor promedio se obtuvo en el tratamiento donde se utilizó humus de lombriz 1,0 kg/planta con 21,78<sup>a</sup> ramas.

### Número de ramas tomado en el mes de junio

La tabla 1.7, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey realizada para la variable número de ramas tomada en el mes de junio, aquí se observa que el mejor tratamiento corresponde al que se utilizó humus de lombriz 1,0 kg/planta con 24,00<sup>a</sup> ramas por planta.

### Número de ramas tomado en el mes de julio

La tabla 1.7, contiene los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada para la variable de número de ramas tomadas en el mes de julio, aquí se observa que el mejor tratamiento corresponde al que utilizó humus de lombriz 1,0 kg/planta con 25,11<sup>a</sup> ramas por plantas de café.

#### Tabla 1.7.

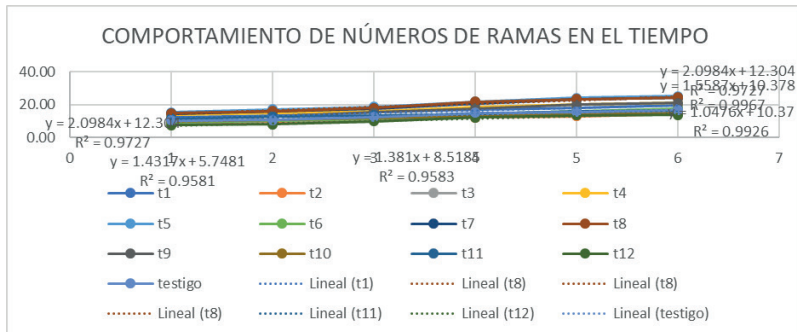
*ANOVA de número de ramas de seis evaluaciones realizadas en la investigación.*

	ANOVA números de ramas					
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza 0,5 gr/planta	12 <sup>abc</sup>	13,22 <sup>ab</sup>	15,22 <sup>abc</sup>	16,78 <sup>abc</sup>	18,11 <sup>abc</sup>	19,67 <sup>abc</sup>
Micorriza 1,0 gr/planta	8,67 <sup>abc</sup>	9,56 <sup>abc</sup>	10,78 <sup>abc</sup>	12 <sup>cd</sup>	12,89 <sup>cd</sup>	14,33 <sup>cd</sup>
Micorriza 1,5 gr/planta	8,78 <sup>abc</sup>	10 <sup>abc</sup>	10,89 <sup>abc</sup>	12,78 <sup>cd</sup>	14 <sup>cd</sup>	15,22 <sup>bcd</sup>
Humus de lombriz 0,5 kg/planta	13,67 <sup>ab</sup>	15 <sup>ab</sup>	15,78 <sup>abc</sup>	18,33 <sup>abc</sup>	19,89 <sup>abc</sup>	21 <sup>abcd</sup>
Humus de lombriz 1,0 kg/planta	15,22 <sup>a</sup>	17,11 <sup>a</sup>	18,56 <sup>a</sup>	21,78 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>	25,11 <sup>a</sup>
Humus de lombriz 1,5 kg/planta	9,22 <sup>abc</sup>	10 <sup>abc</sup>	11,33 <sup>abc</sup>	14,56 <sup>bcd</sup>	16 <sup>abcd</sup>	17,67 <sup>abcd</sup>
Yeso agrícola 50 gr/planta	14,56 <sup>ab</sup>	15,78 <sup>ab</sup>	17,67 <sup>ab</sup>	20,78 <sup>abc</sup>	23 <sup>abc</sup>	24,11 <sup>abc</sup>
Yeso agrícola 100 gr/planta	14,67 <sup>ab</sup>	16,11 <sup>ab</sup>	17,89 <sup>ab</sup>	21,67 <sup>ab</sup>	23,22 <sup>abc</sup>	24,33 <sup>abc</sup>
Yeso agrícola 150 gr/planta	11,33 <sup>abc</sup>	12,78 <sup>ab</sup>	15,22 <sup>ab</sup>	17,56 <sup>abc</sup>	20 <sup>abc</sup>	21,11 <sup>abcd</sup>
Micro esencial 40 gr/planta	9,89 <sup>abc</sup>	10,67 <sup>abc</sup>	11,89 <sup>abc</sup>	13,33 <sup>cd</sup>	14,56 <sup>cd</sup>	15 <sup>cd</sup>
Micro esencial 80 gr/planta	11,33 <sup>abc</sup>	12,56 <sup>abc</sup>	13,44 <sup>abc</sup>	14,56 <sup>bcd</sup>	15,89 <sup>bcd</sup>	16,44 <sup>bcd</sup>
Micro esencial 120 gr/planta	7,44 <sup>bc</sup>	8 <sup>bc</sup>	9,78 <sup>bc</sup>	12,22 <sup>cd</sup>	13,33 <sup>c</sup>	13,78 <sup>cd</sup>
Testigo (urea)	10,22 <sup>abc</sup>	10,67 <sup>abc</sup>	12,33 <sup>abc</sup>	14,89 <sup>bcd</sup>	15,56 <sup>bcd</sup>	16,44 <sup>bcd</sup>

La figura 1.4, presenta el comportamiento de número de ramas en el tiempo.

**Figura 1.4.**

*Comportamiento de número de ramas en el tiempo.*



Evaluar la incidencia de la roya y ojo de gallo en el cultivo de café en su etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos.

### Evaluación de roya

**Tabla 1.8.**

*ANOVA de seis evaluaciones de roya en el ensayo.*

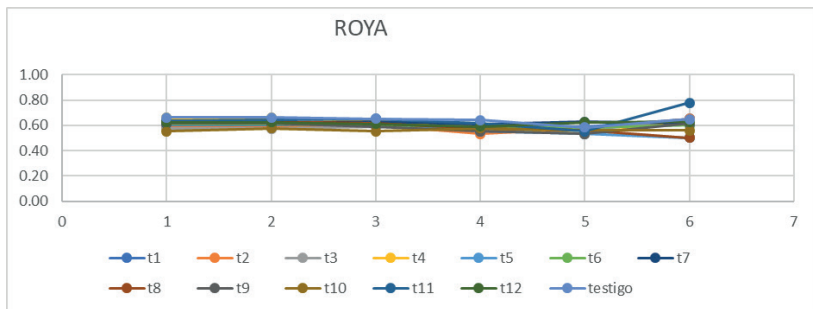
	ANOVA enfermedad roya					
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza 0,5 gr/planta	0,59 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,61 <sup>ab</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>
Micorriza 1,0 gr/planta	0,58 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,60 <sup>ab</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,57 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>
Micorriza 1,5 gr/planta	0,57 <sup>a</sup>	0,57 <sup>a</sup>	0,59 <sup>ab</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>
Humus de lombriz 0,5 kg/planta	0,66 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,64 <sup>ab</sup>	0,57 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,62 <sup>ab</sup>
Humus de lombriz 1,0 kg/planta	0,62 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,62 <sup>ab</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,50 <sup>ab</sup>
Humus de lombriz 1,5 kg/planta	0,61 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>	0,60 <sup>ab</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,60 <sup>ab</sup>
Yeso agrícola 50 gr/planta	0,61 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>	0,62 <sup>ab</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,62 <sup>ab</sup>
Yeso agrícola 100 gr/planta	0,63 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,62 <sup>ab</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,50 <sup>ab</sup>
Yeso agrícola 150 gr/planta	0,62 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,59 <sup>ab</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,61 <sup>ab</sup>



Micro esencial 40 gr/planta	0,55 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,55 <sup>b</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,56 <sup>ab</sup>
Micro esencial 80 gr/planta	0,64 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,78 <sup>a</sup>
Micro esencial 120 gr/planta	0,62 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,62 <sup>ab</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>
Testigo (urea)	0,66 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,65 <sup>ab</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,65

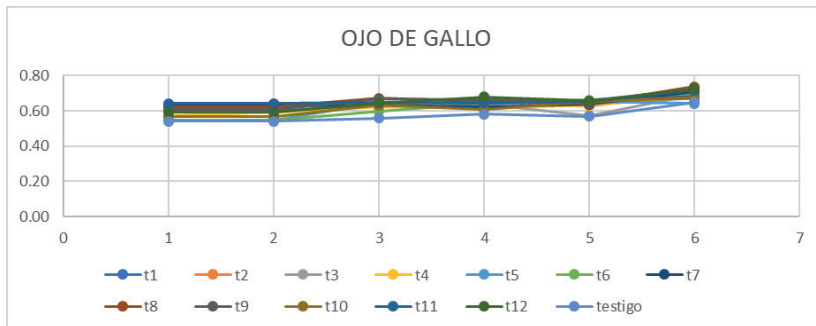
**Figura 1.5.**

*Evaluación de presencia de roya en el ensayo.*



**Figura 1.6.**

*Evaluación de presencia de ojo de gallo en el ensayo.*



## Evaluación de ojo de gallo

Determinar la correlación existente entre roya y ojo de gallo y variables morfológicas del café.

**Tabla 1.9.**

*ANOVA de seis evaluaciones de ojo de gallo en el ensayo.*

Correlación de Pearson: coeficiente / probabilidad						
	Enfermedad roya	Altura de planta	Diámetro de tallo	Diámetro de copa	Números de ramas	Enfermedad ojo de gallo
Enfermedad roya	1,00					
Altura de planta	-0,03	1,00				
Diámetro de tallo	-0,01	0,78	1,00			
Diámetro de copa	-0,09	0,78	0,88	1,00		
Números de ramas	-0,04	0,82	0,84	0,81	1,00	
Enfermedad ojo de gallo	0,21	0,32	0,29	0,23	0,31	1,00

## Comparaciones estadísticas

**Tabla 1.10.**

*Valores del coeficiente de correlación de los análisis efectuados para seis variables.*

ANOVA números de ramas						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza 0,5 gr/planta	0,60 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	16,78 <sup>abc</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,67
Micorriza 1,0 gr/planta	0,60 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	12 <sup>cd</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,70 <sup>a</sup>
Micorriza 1,5 gr/planta	0,62 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	10,89 <sup>abc</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,57 <sup>a</sup>	0,69
Humus de lombriz 0,5 kg/planta	0,57 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	15,78 <sup>abc</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,68
Humus de lombriz 1,0 kg/planta	0,55 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	18,56 <sup>a</sup>	21,78 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,64 <sup>ab</sup>
Humus de lombriz 1,5 kg/planta	0,55 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	11,33 <sup>abc</sup>	14,56 <sup>bcd</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,69 <sup>a</sup>
Yeso agrícola 50 gr/planta	0,63 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	17,67 <sup>ab</sup>	20,78 <sup>abc</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,70 <sup>a</sup>
Yeso agrícola 100 gr/planta	0,62 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	17,89 <sup>ab</sup>	21,67 <sup>ab</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>
Yeso agrícola 150 gr/planta	0,61 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>	15,22 <sup>ab</sup>	17,56 <sup>abc</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,68 <sup>a</sup>
Micro esencial 40 gr/planta	0,57 <sup>a</sup>	0,57 <sup>a</sup>	11,89 <sup>abc</sup>	13,33 <sup>cd</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,67 <sup>a</sup>
Micro esencial 80 gr/planta	0,64 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	13,44 <sup>abc</sup>	14,56 <sup>bcd</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>
Micro esencial 120 gr/planta	0,59 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	9,78 <sup>bc</sup>	12,22 <sup>cd</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>
Testigo (urea)	0,54 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	12,33 <sup>abc</sup>	14,89 <sup>bcd</sup>	0,57 <sup>a</sup>	0,65

## Correlación entre las enfermedades y las variables agronómicas evaluadas

En la tabla 1.11, se puede ver la correlación entre las enfermedades y las variables agronómicas evaluadas, aquí nos indica que existe correlación entre la incidencia de roya y ojo de gallo con 0,21.

Además, existe una correlación entre la altura de planta y diámetro de tallo, diámetro de copa, número de ramas y la enfermedad ojo de gallo, tomando en consideración el análisis con el método de Pearson que indica valores de 0,78; 0,78; 0,82 y 0,32 cada uno en su orden respectivo.

En cuanto al diámetro de tallo, el análisis indica que existe una correlación con diámetro de copa, números de ramas y enfermedad ojo de gallo con valores de 0,88; 0,84 y 0,29 en su orden respectivo.

El diámetro de copa presenta una correlación con números de ramas y la enfermedad ojo de gallo con valores de 0,81 y 0,23 en su orden.

El número de ramas presenta correlación con la enfermedad ojo de gallo con valores de 0,31.

**Tabla 1.11.**

*Coefficiente de correlación de dos variables evaluadas en el ensayo.*

Coeficiente de correlación				
Correlación de Pearson				
Variable (2)	Variable (1)	n	Pearson	p-valor
Enfermedad roya	Altura de planta	39	-0,03	0,8512
Enfermedad roya	Diámetro de tallo	39	-0,01	0,9704
Enfermedad roya	Diámetro de copa	39	-0,09	0,5923
Enfermedad roya	Números de ramas	39	-0,04	0,7995
Enfermedad roya	Enfermedad ojo de gallo	39	0,21	0,2085
Altura de planta	Diámetro de tallo	39	0,78	<0,0001
Altura de planta	Diámetro de copa	39	0,78	<0,0001
Altura de planta	Números de ramas	39	0,82	<0,0001
Altura de planta	Enfermedad ojo de gallo	39	0,32	0,0462
Diámetro de tallo	Diámetro de copa	39	0,88	<0,0001
Diámetro de tallo	Números de ramas	39	0,84	<0,0001
Diámetro de tallo	Enfermedad ojo de gallo	39	0,29	0,0753

Diámetro de copa	Números de ramas	39	0,81	<0,0001
Diámetro de copa	Enfermedad ojo de gallo	39	0,23	0,1601
Números de ramas	Enfermedad ojo de gallo	39	0,31	0,0528

## Discusión

El desarrollo morfológico del café arábigo Sarchimor 4260 con diferentes tratamientos de fertilizantes químicos y orgánicos basado en la evaluación de altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa y número de ramas presenta como mejor tratamiento donde se utilizó humus de lombriz 1,0 kg/planta, seguido de cerca por el tratamiento donde se utilizó yeso agrícola 100 gr/planta, esto indica que son importantes en el desarrollo de las plantas de café. Esto es corroborado por Castro *et al.* (2015), quienes indican que en el cultivo de café la nutrición de las plantas es uno de los aspectos más importantes; esta actividad agronómica debe realizarse en el momento oportuno y con los nutrimentos requeridos para obtener plantas con buen crecimiento y desarrollo, sanas y productivas. La fertilización puede realizarse de manera convencional, con la aplicación de productos químicos de síntesis o fuentes naturales, así como con productos biológicos (bionutrición). Esta última alternativa consiste en el uso de microorganismos capaces de incrementar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, que contribuyen a la sanidad vegetal y a la obtención de altos rendimientos.

Además, estos resultados son corroborados por Mosquera *et al.* (2016), quienes en evaluación de fertilización orgánica en cafeto (*Coffea arábica*) con pequeños productores de Santander, Colombia, indican que químicamente el bocashi registró mayores valores que el lombricompuesto, sin embargo, el lombricompuesto indujo mejor respuesta en el desarrollo vegetativo de las plantas corroborando lo mencionado en otros estudios. Arcila y Farfán (2015), dan a conocer que para la expresión del potencial de un sistema de producción, además del conocimiento de los factores relacionados con los elementos climáticos, los del suelo y el cultivo específico, se requiere de un programa de manejo de la nutrición, adecuado y eficiente, que garantice el suministro de las cantidades de nutrimentos necesarios para mantener una máxima productividad y rentabilidad del cultivo y que además minimice el impacto ambiental.

El resultado obtenido se sustenta también en lo indicado por Ormeño *et al.* (2017), quienes indican que la fertilización del cultivo de café es una práctica muy importante, porque la mayoría de los suelos, donde se desarrolla la actividad cafetalera, son pobres de nutrientes; es por ello que, si se desea tener y mantener una buena producción, es primordial adicionar al suelo

los nutrientes necesarios que las plantas van a necesitar para su desarrollo y producción, considerando el uso de los abonos orgánicos y las prácticas conservacionistas para mejorar las propiedades fisicoquímicas, biológicas y fertilidad del suelo.

Figuroa y Aquino (2011), indican que en el establecimiento de una fertilización en los cultivos se debe considerar diferentes aspectos, pues la planta responde a la incidencia de diferentes factores. Dentro de estos esquemas se hace mención a la nutrición de la planta, la misma que consta de un abastecimiento de nutrientes, su absorción y posterior empleo por ello es que la práctica de la fertilización en la planta de café se encuentra relacionada con diferentes factores como la capacidad extractiva de la planta y características del suelo. Además, estos datos son corroborados por Briceño y Pérez (2017) quienes indican que se realizó un estudio sobre la utilización del humus de lombriz roja californiana reciclando todos los desechos orgánicos producidos en la finca. La dosis aplicada a las plantaciones de café es de 2 lb/planta en sus fases de crecimiento, aportando al cultivo; nitrógeno (1,5%), calcio (8%), magnesio (0,8), fósforo (1,35%) y potasio (1,2%). El empleo de la lombricultura en los cafetales beneficia en la preservación del medio ambiente, incremento en la producción de café y mejor calidad de vida para el agricultor.

Los resultados también están corroborados por el INIAP (2018), que señala que el uso de enmiendas y acondicionadores del suelo; así como la fertilización química u orgánica, debe basarse en un diagnóstico de la fertilidad y del grado de acidez del suelo; información que se obtiene mediante el análisis químico del suelo.

La incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) y ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en el cultivo de café en su etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos no presenta alta incidencia en las plantas de café de acuerdo a cada tratamiento estudiado, por lo que se considera que es un material de alto rendimiento debido a la tolerancia a enfermedades, caso contrario, presenta problemas en la producción del café por la afectaciones de enfermedades, especialmente cuando inciden directamente en las hojas.

Esto es corroborado por Batista (2018), quien indica que una planta enferma no puede desempeñar normalmente sus funciones vitales, como la absorción y transporte de agua o elementos minerales, no hay síntesis de su alimento o su utilización, lo cual en ocasiones, dependiendo de la magnitud del daño, puede llegar a causar la muerte del cafeto.

Lo datos son corroborados por Canet *et al.* (2016), quienes indican que el estado nutricional de cafetales se relaciona directamente con el impacto de la roya. Durante la etapa de producción y maduración de los frutos se produce una migración de los compuestos fenólicos que intervienen en los mecanismos de defensa de las hojas, dichas sustancias migran desde las hojas hacia los frutos, con lo cual las hojas son más susceptibles al ataque del hongo. El hongo ataca sobre hojas maduras con estomas bien formadas y no lo hace sobre hojas inmaduras. Las mayores exigencias de fertilización ocurren en la etapa de formación de los frutos y si no se aplica fertilización se produce una reducción en los niveles de nutrimentos en las hojas, lo cual causa una mayor susceptibilidad del café a la roya.

Los datos de tolerancia o resistencia a la roya están siendo sustentados también por lo manifestado por World Coffee Research (2018), quien en su publicación indica que los cruces (Híbrido de Timor X Caturra, y Híbrido de Timor X Villa Sarchí) llevaron a la creación de los dos grupos principales de las variedades Arábicas introgresadas: Catimores y Sarchimores que son tolerantes o resistentes a la roya.

La investigación se sustenta también los resultados obtenidos por Virginio (2017) quien indica que la resistencia o tolerancia a la roya por parte de ciertas variedades de café puede perderse con el pasar de los años por cuestiones ambientales y en especial de adaptación y/o aparición de diferentes razas de roya, la clave es siempre dar un buen manejo al cafetal.

Valencia (2015), indica que los nutrientes se encuentran en el suelo en cantidades variables, con frecuencia, esas cantidades no son suficientes para la adecuada alimentación de la planta y por eso hay necesidad de fertilizar los cultivos. Ocasionalmente, se calcula lo que extrae la cosecha del suelo y se hace su reposición. El análisis de suelos es la alternativa más barata, ecológica y segura para reducir los costos de fertilización de cafetales puesto que permite utilizar solamente el fertilizante que el cultivo y el suelo requieren y de esta manera evitar trastornos en las plantas y ocasionar presencia de plagas o enfermedades

Cárdenas *et al.* (2018) indican que la renovación de cafetales con materiales resistentes a la roya es la opción de manejo más eficiente y sostenible económica y ambientalmente. En el caso de Colombia investigaciones de la Federación Nacional de Cafeteros, a través de Cenicafé, han permitido que desde 1982 los caficultores cuenten con variedades resistentes a la roya.

La correlación existente entre roya (*Hemileia vastatrix*) y ojo de gallo (*Mycena citricolor*) con variables morfológicas del café indican que existe una estrecha correlación entre las enfermedades y las variables agronómicas estudiadas. Esto se corrobora con lo indicado por Batista (2018), quien manifiesta que la reaparición de fuertes ataque de roya (*Hemileia vastatrix*) en los cafetales ha reducido drásticamente la productividad del cultivo a nivel nacional. Además, indica que la roya es una enfermedad cíclica que afecta principalmente el follaje, produce defoliación y el daño conocido como “paloteo”. Está ligado a los años de alta producción con epidemias severas. En cultivos susceptibles, la enfermedad ha causado pérdidas hasta del 23% de la producción acumulada de cuatro cosechas. La relación de café cereza a café pergamino seco puede llegar a valores de 8 a 1.

Esto es corroborado también por Barquero (2013), quien indica que conviviendo con la roya del cafeto en Costa Rica por casi 30 años, la enfermedad ha mostrado en ciertas épocas diferente comportamiento, aunque con el común de que los cambios suscitados han estado siempre muy influenciados por las variaciones en los factores climáticos de temperatura y precipitación. Morales (2019) indica que la resistencia a la roya no es permanente en las variedades mejoradas de café y la permanencia no es predecible ya que depende de la interacción entre el hongo, clima y la planta en el tiempo.

### Conclusiones

El desarrollo morfológico del café arábigo Sarchimor 4260 con diferentes tratamientos de fertilizantes químicos y orgánicos basado en la evaluación de altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa y número de ramas presenta como mejor tratamiento donde se utilizó humus de lombriz 1,0 kg/planta + urea 25 gr seguido de cerca por el tratamiento donde se utilizó yeso agrícola 100 gr/planta + 25 gr, lo que responde al aporte de estos dos productos en el desdoblamiento de los nitratos de la urea.

La incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) y ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en el cultivo de café en su etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos no presenta incidencia en las plantas de café de acuerdo a cada tratamiento estudiado.

La correlación existente entre roya (*Hemileia vastatrix*) y ojo de gallo (*Mycena citricolor*) con las variables morfológicas no son significativas, sin embargo, se puntualiza que se debe tener cuidado en el manejo de las podas y sombra para evitar la presencia de ojo de gallo, pues de esta se encontró correlación con la altura y el número de ramas.

## 1.2. Estudio morfológico de tres genotipos de café arábica (*Coffea arábica*) a la aplicación de diferentes láminas de riego

### Resumen

La investigación titula como: “Estudio morfológico de tres genotipos de café arábica (*coffea arábica*) a la aplicación de diferentes láminas de riego”, se desarrolló en la finca experimental de Andil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), donde se utilizó un diseño experimental factorial con medidas repetidas en el tiempo con cuatro repeticiones por tratamiento, las variedades de café arábica empleadas en el proceso experimental fueron: Catimor, Catucaí amarillo, Acawua amarillo; quienes permitieron comprobar los efectos morfológicos causados por el manejo de láminas de riego empleadas en los tres genotipos de café arábica (*coffea arábica*). Los datos fueron tabulados en la aplicación de Excel contando como factor A (las variedades de café arábigo) y factor B (láminas de riego aplicadas); su análisis se efectuó en el software estadístico Infostat, los resultados determinados en la prueba de Tukey al 5% y las interacciones de los tres genotipos con láminas de riego aplicadas determinaron que son altamente significativos, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula, obteniendo un buen desarrollo morfológico en la variedad Catimor con una lámina de riego de 50 mm de agua por planta aplicada en 30 minutos con una frecuencia de riego de 72 horas entre riego.

### Introducción

El café es uno de los productos básicos del mundo que más se comercializa. Es el principal producto agrícola de Colombia, y de él depende un porcentaje significativo de la economía y el sustento de gran parte de la población.

Se produce en más de 50 países y proporciona un medio de vida a más de 25 millones de familias caficultoras en el mundo entero. Entre los consumidores, el café es una bebida que goza de popularidad universal, y las ventas suponen más de 70.000 millones de dólares al año. El café es, después del petróleo, el producto comercial más importante del mundo; supera al carbón, al trigo y al azúcar. El cultivo del café es para muchos de los países tropicales en desarrollo una de las pocas actividades económicas en que ellos tienen alguna ventaja comparativa. Este producto no solo representa un importante origen de divisas, sino que es una de las principales fuentes de ingresos en efectivo de las zonas rurales. Hace posible que países como Colombia pueda comprar bienes manufacturados y estimula la actividad económica interna al otorgar mayor poder adquisitivo a sus agricultores (Echeverría *et al.*, 2005).



Actualmente, se ha pasado de exportar el 70,0% de la producción nacional al 90,0%, sin embargo, esto no le ha reportado ventajas al país ya que el aumento en las exportaciones no compensa las pérdidas por la disminución de los precios y la tendencia no es a mejorar, ya que hay una sobreproducción en el mercado internacional (Hérmendez *et al.*, s.f.).

Ecuador es uno de los pocos países productores de café donde es posible cultivar el aromático en toda su geografía. Nadie sabe con exactitud cómo llegó el grano al país, aunque la mayoría de historiadores concuerdan que su presencia data de 1800. Gracias a su posición geográfica, Ecuador forma parte del ranking mundial de productores con mayor potencial de crecimiento en cafés especiales (Cafécornella, s.f.).

De acuerdo a un estudio realizado por PROECUADOR en el año 2013, se evidencia la importancia del cantón Jipijapa para la siembra y producción del café dentro del territorio ecuatoriano. La historia entre la provincia de Manabí y la producción de café data de mediados del siglo XIX. En las zonas de Jipijapa se instauraron los primeros sembríos grandes de café y de estas zonas se produjeron las primeras exportaciones de este producto, a principios del siglo XX gracias al puerto de Manta, el Ecuador exportaba cantidades importantes al continente europeo, llegando a sumas de hasta dos millones de sacos de este producto. El descenso de la producción se originó cuando el incremento de la producción cafetalera mundial produjo una caída de precios, convirtiendo en insostenible el cultivo del producto en el mercado local por los exorbitantes precios (Ceballos *et al.*, 2021).

Para mitigar el impacto del cambio climático en la caficultura, se ha planeado evaluar el desarrollo morfológico de tres genotipos de café arábica (*Coffea arábica*) a la aplicación de diferentes láminas de riego, debido al déficit hídrico de la zona y a la presencia irregular de las lluvias.

El café, producto de consumo humano universal, tiene una importancia en la economía mundial en los órdenes: económico, social, ambiental y salud humana. Nuestro país, Ecuador, es uno de los principales exportadores de este producto, no tan solo a nivel de América del Sur, sino a nivel mundial. La importancia social y económica se basa en la generación de empleo para 105.000 familias de productores; así como para 700.000 familias adicionales vinculadas a los procesos de comercialización, industrialización, transporte y exportación (Calderón, 2016).

A través del tiempo el café ha constituido una de las bases en la economía del Ecuador ya que este ha sido considerado de alta calidad en el mercado

internacional, debido a esto el sector agrícola se ha visto incentivado a incrementar el área de producción del cultivo, mediante la opción de variedades.

Para obtener el máximo beneficio de los cultivos, recursos hídricos y elementos tecnológicos que permiten hacer la actividad agrícola más competitiva y rentable, el manejo de los sistemas de riego debe ser óptimo (Martínez, 2001).

El riego es un componente principal en la producción agrícola que influye directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Existen diferentes métodos para irrigar que permiten incrementar la producción de los cultivos, como son el riego superficial, por aspersion, microaspersión y goteo (Hargreaves & Merkle, 2000).

El presente proyecto se desarrolló en la provincia de Manabí, cantón Jipijapa; específicamente en la finca experimental de Andil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), la misma permitirá evaluar el desarrollo morfológico de tres genotipos de café arábica (*Coffea arábica*) con respecto a la aplicación de diferentes láminas de riego mediante un sistema de riego de alta frecuencia; las misma que beneficiara a los caficultores de la zona en el manejo adecuado del recurso hídrico sin generar afectación en el desarrollo morfológico de sus cultivos de café.

Alrededor de un 70% del agua dulce extraída en el mundo se emplea en la agricultura; en algunas regiones esta cifra supera el 80% (Grajales *et al.*, 2008). Cuando una gran cantidad del caudal de los ríos se desvía con fines agrícolas, industriales y residenciales, simplemente no hay agua suficiente para atender las demandas humanas y las necesidades del caudal ambiental (el caudal necesario para mantener los servicios ambientales en los ecosistemas). En algunas regiones, la presión sobre los recursos hídricos es intensa. La extracción de agua alcanza sus niveles máximos en tierras áridas y mínimos en los países tropicales. En África septentrional se extrae anualmente en promedio un 78% de los recursos hídricos renovables; en el Asia occidental, casi la mitad; contrariamente a esto, América Latina sólo utiliza el 2% de sus recursos hídricos renovables cada año (Grajales *et al.*, 2008).

El clima, caracterizado principalmente por las precipitaciones y la temperatura, es el factor que más influye sobre los recursos hídricos, al interactuar con las masas de tierra, los océanos y el relieve. Aun así, todos los componentes del ciclo hidrológico precipitación, infiltración, escorrentía, evaporación y transpiración deben tenerse en cuenta a la hora de elaborar los programas de gestión del agua (Grajales *et al.*, 2008).

El problema ambiental planteado hasta el momento ha generado una gran cantidad de investigaciones, dando origen a conocimientos y tecnologías que pueden ser empleadas para lograr una producción amigable con el ambiente, y con particular preferencia en el aprovechamiento de subproductos y la optimización del consumo de agua. Sin embargo, el beneficio tradicional del café sigue realizándose de manera generalizada y gran parte de estos aportes científicos no han sido adoptados por el caficultor ecuatoriano dados los costos derivados de estas tecnologías, la falta de conciencia ambiental del productor y su dificultad al cambio. En este contexto, el desarrollo e implementación de tecnologías y procesos no convencionales en concordancia con las necesidades de los caficultores ecuatorianos debe ser una prioridad de la investigación que se sustenta en la relevancia del café en la economía nacional.

### **Metodología utilizada**

La investigación se desarrolló en la finca experimental de Andil, perteneciente a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicada en el kilómetro uno y medio de la vía que conduce a la parroquia Noboa del cantón 24 de Mayo.

Veinticuatro de Mayo es un cantón de la provincia de Manabí en Ecuador, tiene una población de 28.846 habitantes.

**Superficie:** 524 km<sup>2</sup>

**Alcalde:** Elicro Duval Valeriano Ponce

**Capital:** Sucre

**Coordenadas:** 1°16'44"S 80°25'12"O / -1.27888889, -80.42

**Idioma oficial:** español

**Altitud:** media 242 m s. n. m.

### **Limites**

**Al norte:** con el cantón Santa Ana

**Al sur:** con el cantón Paján

**Al este:** con los cantones Santa Ana y Olmedo

**Al oeste:** con el cantón Jipijapa

En la actualidad el cantón 24 de Mayo esta subdividido en una parroquia urbana y tres rurales, distribuidos de la siguiente manera:

**Urbana:** Sucre (cabecera cantonal)

**Rurales:** Bellavista, Arquitecto Sixto Duran Ballén y Noboa

### **Materiales**

#### *Materiales de oficina*

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Paquete de office
- Software estadístico (Infostat)

#### *Herramientas*

- Estacas con material de la zona
- Pala
- Cinta de medición
- Piola
- Abre hoyos
- Machetes
- Flexómetro
- Calibrador Vernier
- Escalímetro

#### *Materiales para el sistema de riego*

- Tuberías de 63 mm de PVC
- Llaves de paso de 63 mm
- Manguera porta emisores de 16 mm
- Goteros de 2 l/h
- Conectores flex a flex 16 mm
- Final de flex 16 mm (tipo 8)
- Teflón
- Válvula de desfogue aire

- Filtro de anillas 120 mesh tipo rosca de 63 mm

### *Insumos*

- Genotipos de café arábica (Catimor, Catucaí amarillo, Acawa amarillo)
- Yeso agrícola
- Humus de lombriz
- Abono completo
- Biofertilizante (Neem)

### **Métodos**

Se utilizó el método experimental, para comprobar los efectos producidos en el desarrollo morfológico causados por el manejo de diferentes láminas de riego en los tres genotipos de café arábica (*coffea arábica*).

### **Factores en estudio**

#### **El Factor A genotipos de café arábica:**

- Catimor
- Catucaí amarillo
- Acawa amarillo

#### **El Factor B láminas de riego**

L1: 0,5 milímetros de agua

L2: 0,75 milímetros de agua

L3: 1,0 milímetros de agua

### **Tratamientos**

Los tratamientos a utilizar en el estudio serán:

Tratamiento 1: Arábigo Catimor lámina de riego 1

Tratamiento 2: Arábigo Catimor lámina de riego 2

Tratamiento 3: Arábigo Catimor lámina de riego 3

Tratamiento 4: Arábigo Catucaí amarillo lámina de riego 1

Tratamiento 5: Arábigo Catucaí amarillo lámina de riego 2

Tratamiento 6: Arábigo Catucaí amarillo lámina de riego 3

Tratamiento 7: Arábigo Acawa amarillo lámina de riego 1

Tratamiento 8: Arábigo Acawa amarillo lámina de riego 2

Tratamiento 9: Arábigo Acawa amarillo lámina de riego 3

**Tabla 1.12.**

*Tratamientos y descripción de factores.*

Tratamientos	Nomenclatura	Factor A Genotipos	Factor B Lamina de riego
1	V1F1	Catimor	0,5 mm
2	V1F2	Catimor	0,75 mm
3	V1F3	Catimor	1,0 mm
4	V2F1	Catucaí amarillo	0,5 mm
5	V2F2	Catucaí amarillo	0,75 mm
6	V2F3	Catucaí amarillo	1,0 mm
7	V3F1	Acawa amarillo	0,5 mm
8	V3F2	Acawa amarillo	0,75 mm
9	V3F3	Acawa amarillo	1,0 mm

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial 3<sup>2</sup>.

### Característica experimental

**Tabla 1.13.**

*Característica experimental.*

Delineamiento experimental	
Unidades experimentales	: 36
Número de repeticiones por tratamiento	: 4
Número de tratamientos	: 9
Número de plantas por unidad experimental	: 6
Número de por tratamientos	: 72
Número de plantas para toma de datos	: 144

## Análisis estadístico

**Tabla 1.14.**

*Análisis estadístico.*

Fuente de variación	Grados de Libertad
Bloques	(R-1) 2
Tratamientos (Genotipos*láminas)	(A-1) 8
Factor B (Tiempo)	(B-1) 3
Interacción A B	(A-1)(B-1) 24
Error B	(rAB-1)(B-1)-(A-1)(B-1)-(rA-1) 54
Total	(rAB-1- 1) 107

### Modelo estadístico

#### *Modelo aditivo lineal*

El vivero experimental será implementado en un diseño completamente al azar (DCA), mismo que se analizará de acuerdo al siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + B + T + RFA_i + FB_j + FA \text{ vs } FB_k + E_{ijk}$$

#### **Donde:**

$Y_{ijk}$  = es la variable dependiente. Donde  $j$ -ésima del  $i$ -ésimo tratamiento (nivel  $i$ -ésimo del factor).

$B$  = desde la  $j$ -ésima hasta  $i$ -ésimo repetición

$T$  = desde la  $j$ -ésima hasta  $i$ -ésimo tratamiento

$RFA_i$  = Efecto del factor A

$FB_j$  = Efecto del factor B

$FA \text{ vs } FB$  = efecto de la interacción entre tratamiento

$E_{ijk}$  = Perturbaciones o error experimental

### **Análisis funcional**

La comparación de las medias se realizará mediante la prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades.

### **Coeficiente de variación**

El coeficiente de variación se realizará utilizando la siguiente fórmula:

$$C. V. \% = \frac{\sqrt{CME}}{X} \times 100$$

### Variables a ser evaluadas

Determinar las propiedades físicas del suelo de la zona de estudio.

**Textura del suelo.** Se recogieron muestras de suelo en zig-zag, de las que se utilizaron 2 kilos, donde: 1 kilogramo fue enviado al laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) – Pichilingue ubicado en la ciudad de Quevedo; y el 1 kilogramo restante se lo utilizó para la realización de un ensayo de campo; donde se emplearon 400 gramos de tierra en una botella de agua de ½ litro; luego se procedió a colocar 60 cm<sup>3</sup> de agua, y se agitó por un tiempo de 10 segundos, dejándolo reposar 24 horas, una vez cumplido este tiempo se pudo identificar los contenidos de arena, limo y arcilla en porcentajes.

**Capacidad de campo (C.C.).** Es el contenido de humedad que es capaz de retener el suelo; se la determinó a través de los resultados obtenidos del análisis de laboratorio de INIAP del cual se aplicó la siguiente fórmula:

$$C.C.= 9,879 + 3,558 (\% \text{ materia orgánica}) + 0,336 (\% \text{ arcilla})$$

**Punto de marchitez permanente (P.M.P.).** Es el punto de humedad mínima en la cual la planta no puede seguir extrayendo agua con facilidad; se la determinó a través de los resultados obtenidos del análisis de laboratorio del INIAP del cual se aplicó la siguiente fórmula:

$$P.M.P.= -5 + 0,74 (\% C.C.)$$

**Agua disponible.** Es la cantidad de agua fácilmente disponible para el crecimiento de la planta y se la determinó a través de la siguiente fórmula:

$$A.D.= \%C.C. - \% P.M.P.$$

**Velocidad de infiltración.** Es la capacidad que tiene el suelo para que el agua pueda infiltrarse en él; para esto inicialmente se limpió el terreno retirando a 10 centímetros la capa orgánica, se empleó un tubo de 200 mm de diámetro, el cual se lo introdujo en el suelo a 7 centímetros dejándolo completamente nivelado, posteriormente se colocó internamente en el tubo una funda que permitió colocar el agua y cronometrar la infiltración del agua; previamente se midió la cantidad de agua a utilizar en un recipiente.



**Permeabilidad.** Es la capacidad que tiene el suelo para retener la humedad; para determinarla se realizó un ensayo de campo en el cual se retiró la capa orgánica a 10 centímetros en una superficie de 50 x 50 centímetros, luego con abre hoyo se realizó un hueco de 70 centímetros de profundidad para introducir un tubo de 150 milímetros de diámetro de PVC; para iniciar el proceso se saturó el suelo colocando en el interior del tubo agua hasta que este llegue a su punto máximo, luego se identificó al pasar 10 minutos la cantidad disminuida en el tubo, considerando su altura, este proceso se repitió por 5 veces hasta que la lectura de la disminución de agua se repitiera o no tuviera un rango muy alejado de la lectura anterior.

Analizar el desarrollo morfológico de tres genotipos de café arábica (*Coffea arabica*) a diferentes láminas de riego.

Se analizaron las siguientes variables:

**Altura de planta.** Se midió desde el suelo hasta el ápice del tallo principal, usando un flexómetro, expresando el resultado en unidades de centímetros.

**Diámetro de tallo.** Se midió el diámetro del tallo de los cafetos, a 20 cm sobre el nivel del suelo, se empleó un calibrador Vernier o pie de rey; expresando su resultado en unidades de milímetros.

**Largo y diámetro de hoja.** Se contabilizó esta variable con la ayuda de una cinta métrica o flexómetro tomando las ramas del tercio medio de la planta.

**Número de hojas.** Se tomó este dato ya que a los dos meses después de la germinación, la planta forma el primer par de hojas verdaderas y luego, en la fase de almácigo, la planta adquiere de 6 a 8 pares de hojas verdaderas o nudos.

Realizar un análisis económico del establecimiento de los tres genotipos de café arábica incluido el sistema de riego empleado en la experimentación.

Para realizar el análisis económico de los tratamientos y del sistema de riego empleado, se tomó en cuenta el método del CIMMYT, 1986.

### **Procesamiento de la información**

Preparación del suelo, manejo y siembra.

**Trasplante.** Inicialmente se delimitó el terreno, ya que las plantas fueron colocadas con distanciamiento de 1,5 metros por 1,5 metros y con un marco

de plantación de tipo tresbolillo, lo que permitió realizar el hoyado para proceder a realizar el trasplante en el sitio definitivo de cada uno de los genotipos empleados.

**Manejo técnico.** El cultivo fue llevado de manera técnica, una vez realizado el hoyado se colocó 50 gramos de yeso agrícola y 50 gramos de humus de lombriz; a los 35 días posterior al trasplante se aplicaron 25 g de urea y a los 60 días se aplicaron 50 g de abono completo. De igual manera se realizó control periódico de maleza de forma manual y se aplicó un biofertilizante (Neem) por la presencia de plagas en el follaje específicamente en las hojas principales.

**Riego.** Se aplicó el riego a través de un diseño de riego por goteo en el cual se contó con goteros de 2 litros por hora, de los cuales se aplicaron tres láminas de riego (1.000 ml, 750 ml, 500 ml) durante 10 minutos por contar con un suelo arcilloso, el mismo que posee una infiltración muy lenta; el intervalo de riego aplicado fue de un día por medio (lunes, miércoles, viernes).

**Toma de datos.** La toma de datos se efectuó de acuerdo a las variables a evaluar según la metodología indicada anteriormente.

**Tabulación de datos.** Los datos tomados y registrados en campo, fueron tabulados en una hoja de Excel, que posteriormente para su análisis fueron llevados al software estadístico Infostat.

### **Resultados experimentales**

Los resultados obtenidos obedecen al desarrollo de las actividades previstas para el cumplimiento de cada uno de los objetivos del proyecto, los datos cuentan con distribución normal y tiene varianza homogénea, justificando el empleo del ANOVA planteado. Los análisis estadísticos se realizaron mediante la aplicación del software Infostat.

Determinar las propiedades físicas del suelo de la zona de estudio.

**Tabla 1.15.**

*Resultados, propiedades físicas del suelo.*

Materia Orgánica (%M.O.)	% Humedad	Textura %			Clase Textural	Densidad Aparente (g/ cm <sup>3</sup> )	% Capacidad de Cam- po	% Punto de Marchitez Permanente	Agua disponible en el suelo	Velocidad de infiltración (mm/h)	Permeabilidad (mm/s)
		Arena	Limo	Arcilla							
2,2	56	22	44	34	Franco Arcilloso	1,07	29,131	16,557	12,574	218,0	1,17

Analizar el desarrollo morfológico de tres genotipos de café arábica (*Coffea arábica*) a diferentes láminas de riego.

**Tabla 1.16.**

*Análisis de asimetría y kurtosis sobre los tres genotipos arábicos.*

Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Asimetría	Kurtosis
Diámetro	108	3,82	2,28	0,9	9,46	0,8	-0,37
Altura de planta	108	23,21	14,74	2,5	58	0,5	-0,84
Diámetro de hoja	108	6,4	1,4	2,25	9,25	-0,72	0,41
Número de hoja	108	1,22	0,27	0,65	1,81	0,17	-0,89

En la tabla 1.16, se analizaron las variables: diámetro de la planta, altura de planta, diámetro de hoja y número de hojas, en esta última encontramos que la asimetría es mayor a uno, por lo tanto se realizó un logaritmo antes de pasar los valores al software Infostat.

**Tabla 1.17.**

*Análisis de varianza homogénea sobre los genotipos mediante Shapiro-Wilks.*

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Diámetro tallo	108	3,82	2,28	0,89	<0,0001
Altura de planta	108	23,21	14,74	0,91	<0,0001
Diámetro de hoja	108	6,4	1,4	0,95	0,0029
Número de hoja	108	20,13	12,86	0,87	<0,0001

En la tabla 1.17, se puede observar un análisis de normalidad sobre los tres genotipos mediante Shapiro-Wilks, donde fue posible determinar que todos los valores obtenidos son menores a uno por lo cual podemos justificar el empleo del ANOVA.

**Tabla 1.18.**

*Análisis de varianza sobre el diámetro de los tres genotipos de café arábigo Catimor, Catucaí amarillo, Acawa amarillo.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	6,39	2	3,19	3,26	0,0428ns
Tratamientos	31,44	8	3,93	6,94	<0,0001**
Tiempo	459,92	3	153,31	270,86	<0,0001**
Interacción AB	53,94	24	2,25	3,97	<0,0001**
Error B	30,56	54	0,57		
Total	556,77	107			
Cv	19,71				

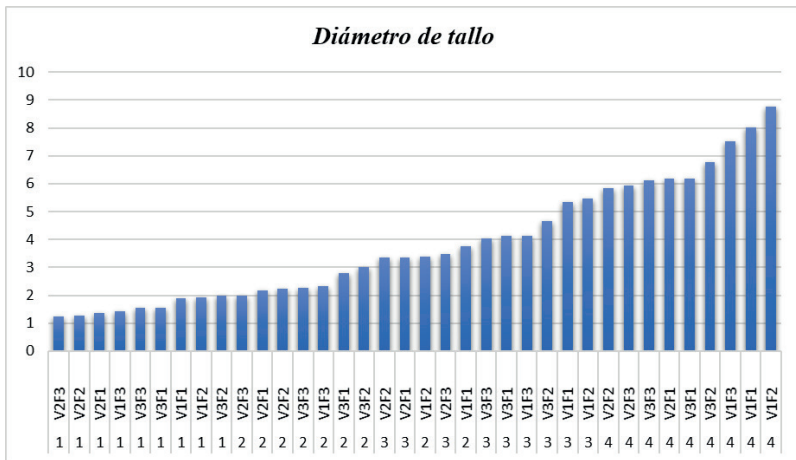
\*Significativo al P 0.05

\*\*Altamente significativo al P <0.05

En la Tabla 1.18, se evidencia que según el análisis de varianza en el tiempo en el p-valor es de <0,0001 este resultado es igual en la interacción A\*B del diámetro del tallo de las plantas; de la misma forma esto se refleja en los tratamientos p-valor <0,0001, esto se determinó en función de las variedades utilizadas; por lo que estos resultados, motivan a la aplicación de la prueba de Tukey al 5%.

**Figura 1.6.1.**

*Prueba de Tukey variable diámetro de tallo.*



**Tabla 1.19.**

*Medias de variable diámetro de tallo.*

Tiempo	Tratamiento	Medias
1	V2F3	1,24
1	V2F2	1,28
1	V2F1	1,38
1	V1F3	1,42
1	V3F3	1,54
1	V3F1	1,54
1	V1F1	1,90
1	V1F2	1,91
1	V3F2	1,98
2	V2F3	1,99
2	V2F1	2,16
2	V2F2	2,23
2	V3F3	2,28
2	V1F3	2,33
2	V3F1	2,80

2	V3F2	3,00
3	V2F2	3,36
3	V2F1	3,37
2	V1F2	3,40
3	V2F3	3,49
2	V1F1	3,75
3	V3F3	4,03
3	V3F1	4,12
3	V1F3	4,13
3	V3F2	4,65
3	V1F1	5,34
3	V1F2	5,47
4	V2F2	5,83
4	V2F3	5,92
4	V3F3	6,13
4	V2F1	6,18
4	V3F1	6,19
4	V3F2	6,77
4	V1F3	7,51
4	V1F1	8,01
4	V1F2	8,76

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

En la tabla 1.19 y en el figura 1.6, se analizó la variable diámetro de tallo de los tres genotipos empleados mediante la prueba de Tukey al 5%; donde se puede observar que son altamente significativos, pudiendo determinar de esta forma que el mejor resultado se encuentra en la variedad arábigo Catimor donde se aplicó una lámina de riego de 50 mm con una frecuencia de riego de 72 horas y con un tiempo de riego de 30 minutos.

## Altura de planta

**Tabla 1.20.**

*Análisis de varianza de la altura de planta sobre los tres genotipos de café Árábico Catimor, Catucaí amarillo, Acawa amarillo.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	102,42	2	51,21	1,23	0,298ns
Tratamientos	749,61	8	93,7	4,52	0,0003*
Tiempo	21219,2	3	7073,07	341,56	<0,0001**
Interacción AB	2664,01	24	111	5,36	<0,0001**
Error B	1118,25	54	20,71		
Total	23256,5	107			
C.V.	19,61				

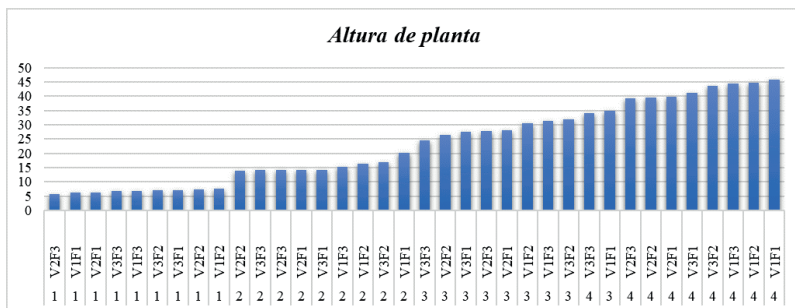
\*Significativo al  $P < 0,05$

\*\*Altamente significativo al  $P < 0,05$

En la Tabla 1.20, según el análisis de varianza en el tiempo en el p-valor es de  $< 0,0001$  se obtuvo resultados iguales en la interacción A\*B del diámetro del tallo de las plantas, el cual también se refleja en los tratamientos p-valor  $< 0,0003$ ; esto se determinó en función de las variedades analizadas; los resultados encontrados motivan a la aplicación de la prueba de significancia de Tukey al 5%.

**Figura 1.7.**

*Prueba de Tukey variable altura de la planta.*



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

En la tabla 1.21 y figura 1.7, se analizó la variable altura de planta mediante la prueba de Tukey al 5% , donde fue posible evidenciar que son altamente significativas, hallando los mejores resultados en la variedad de café arábigo Catimor y específicamente donde se aplicó una lámina de riego de 75 mm de donde se obtuvo un p-valor de 45,83.

**Tabla 1.21.**

*Media de la altura de la planta.*

Tiempo	Tratamiento	Medias
1	V2F3	5,79
1	V1F1	6,17
1	V2F1	6,17
1	V3F3	6,79
1	V1F3	6,92
1	V3F2	6,96
1	V3F1	7
1	V2F2	7,42
1	V1F2	7,5
2	V2F2	14
2	V3F3	14,08
2	V2F3	14,17
2	V2F1	14,17
2	V3F1	14,29
2	V1F3	15,33
2	V1F2	16,33
2	V3F2	16,83
2	V1F1	20,25
3	V3F3	24,58
3	V2F2	26,42
3	V3F1	27,58
3	V2F3	27,92
3	V2F1	28,17
3	V1F2	30,42
3	V1F3	31,42
3	V3F2	32
4	V3F3	34,08
3	V1F1	34,75



4	V2F3	39,33
4	V2F2	39,42
4	V2F1	39,75
4	V3F1	41,17
4	V3F2	43,67
4	V1F3	44,33
4	V1F2	44,58
4	V1F1	45,83

### Longitud de hoja

**Tabla 1.22.**

*Análisis de varianza sobre el largo de la hoja en tres genotipos de café Arábico Catimor, Catucaí amarillo, Acawa amarillo.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	3,78	2	1,89	1,61	0,2063ns
Tratamientos	43,71	8	5,46	10,46	<0,0001**
Tiempo	66,97	3	22,32	42,75	<0,0001**
Interacción AB	59,62	24	2,48	4,76	<0,0001**
Error B	28,2	54	0,52		
Total	209,86	107			
C.V.	11,29				

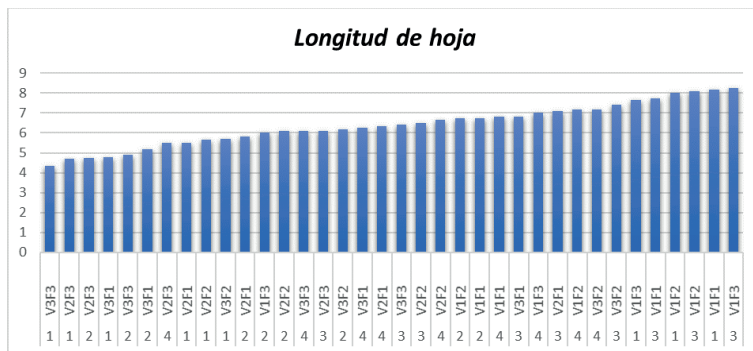
\*Significativo al P 0,05

\*\*Altamente significativo al P <0,05

En la tabla 1.22, según el análisis de varianza en el tiempo el p-valor es de < 0,0001 donde este resultado es igual en la interacción A\*B; analizado en la variable longitud de hoja; de la cual también se refleja un p-valor < 0,0001 en los tratamientos empleados, esto fue posible determinarlo en función a las variedades utilizadas; los resultados encontrados, motivan a la aplicación de la prueba de significancia de Tukey al 5%.

**Figura 1.8.**

*Prueba de Tukey variable longitud de hojas.*



**Tabla 1.23.**

*Medias de longitud de hoja.*

Tiempo	Tratamiento	Medias
1	V3F3	4,33
1	V2F3	4,71
2	V2F3	4,75
1	V3F1	4,8
2	V3F3	4,92
2	V3F1	5,17
4	V2F3	5,5
1	V2F1	5,5
1	V2F2	5,67
1	V3F2	5,71
2	V2F1	5,83
2	V1F3	6
2	V2F2	6,08
4	V3F3	6,08
3	V2F3	6,08
2	V3F2	6,17
4	V3F1	6,25
4	V2F1	6,33

3	V3F3	6,42
3	V2F2	6,5
4	V2F2	6,67
2	V1F2	6,75
2	V1F1	6,75
4	V1F1	6,83
3	V3F1	6,83
4	V1F3	7
3	V2F1	7,08
4	V1F2	7,17
4	V3F2	7,17
3	V3F2	7,42
1	V1F3	7,67
3	V1F1	7,75
1	V1F2	8
3	V1F2	8,08
1	V1F1	8,17
3	V1F3	8,25

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

En la tabla 1.23 y figura 1.8, se analizó la variable longitud de hoja mediante la prueba de Tukey al 5%; evidenciando que es altamente significativo; se obtuvo mejor respuesta en la variedad Catimor y específicamente con la aplicación de una lámina de riego con 75 mm, contando así con un p-valor de 8,25.

## Número de hojas

**Tabla 1.24.**

*Análisis de varianza de número de hojas de tres genotipos de café Arábico Catimor, Catucaí amarillo, Acawa amarillo.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	145,75	2	72,88	2,03	0,1373ns
Tratamientos	977,16	8	122,14	6,66	<0,0001**
Tiempo	14026,25	3	4675,42	254,88	<0,0001**
Interacción AB	2228,17	24	92,84	5,06	<0,0001**
Error B	990,55	54	18,34		
Total	17683,68	107			
C.V.	21,27				

\*Significativo al P 0,05

\*\*Altamente significativo al P < 0,05

En la tabla 1.24, según el análisis de varianza en el tiempo efectuado con un p-valor de < 0,0001; se contó como resultados que en la interacción A\*B existe igualdad en el número de hojas; el cual también se refleja en los tratamientos p-valor < 0,0001; esto se determinó en función de las variedades utilizadas en la experimentación; por lo tanto los resultados encontrados motivan a la aplicación de la prueba de significancia de Tukey al 5%.

**Figura 1.9.**

*Prueba de Tukey variable número de hojas.*



**Tabla 1.25.**

*Medias de número de hojas.*

Tiempo	Tratamiento	Medias
1	V3F2	7,67
1	V2F3	8,17
1	V3F3	8,25
1	V3F1	8,25
1	V1F1	8,42
2	V3F1	8,67
1	V1F3	8,92
1	V2F1	9
1	V1F2	9,17
1	V2F2	10,08
2	V3F3	10,58
2	V2F3	10,58
2	V1F3	10,92
2	V2F1	12,83
2	V2F2	13
2	V3F2	13,83
2	V1F2	13,92
2	V1F1	15,08
3	V2F1	19,17
3	V2F2	19,58
3	V3F3	20,58
3	V2F3	20,92
3	V3F1	22,75
3	V1F3	23,92
3	V3F2	25
3	V1F2	25
3	V1F1	27,75
4	V2F2	28,25
4	V3F3	28,42
4	V2F3	30,33

4	V2F1	32,75
4	V3F1	34
4	V3F2	36,5
4	V1F3	38,75

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

En la tabla 1.25 y figura 1.9, se analizó la variable número de hojas mediante la prueba de Tukey al 5%, donde se observa que es altamente significativo, contando como mejor resultado la variedad arábigo Catimor, la misma que se aplicó una lámina de riego de 75 mm; de la que se obtuvo como valor 38,75.

**Tabla 1.26.**

*Realizar un análisis económico del establecimiento de los tres genotipos de café arábigo, incluido el sistema de riego empleado en la experimentación.*

Concepto	Catimor Lr = 0,50 mm	Catucaí Amarillo Lr = 0,50 mm	Acawa Amarillo Lr = 0,50 mm	Catimor Lr = 0,75 mm	Catucaí Amarillo Lr = 0,75 mm	Acawa Amarillo Lr = 0,75 mm	Catimor Lr = 1,0 mm	Catucaí Amarillo Lr = 1,0 mm	Acawa Amarillo Lr = 1,0 mm
Plantas de café	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fertilizante	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Sistema de riego	596,04	596,04	596,04	596,04	596,04	596,04	596,04	596,04	596,04
Riego	1,31	1,31	1,31	2,62	2,62	2,62	3,93	3,93	3,93
Mano de obra	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	20,0	20,0	20,0
Total de costo por tratamiento	610,27	610,27	610,27	611,58	611,58	611,58	620,89	620,89	620,89

## Discusión

En la mayoría de los cultivos, el riego ha mostrado ser un potenciador de los rendimientos, estudios llevados a cabo en diferentes regiones cafetaleras del mundo, autores como OR (1999), ha destacado los resultados obtenidos en experimentos con riego donde demuestra el incremento del rendimiento al compararlo con áreas sin riego.

Cisneros Zayas (2015) menciona que el cultivo de café, tradicionalmente cultivado sin riego, obtiene incrementos de rendimiento desde el 8,4 hasta 22,2% cuando se aplica el agua necesaria para satisfacer su demanda hídrica. Los resultados obtenidos de la investigación demuestran que el cultivo de café especialmente en la variedad Catimor mostró un buen desarrollo morfológico, el mismo que estuvo sujeto a la aplicación de una lámina de riego de 0,50 mm, con una frecuencia de riego cada 72 horas y con un tiempo de riego de 30 minutos.

Gamonal (2014) menciona que el efecto de la altitud en cuatro variedades de café (Catucaí, Caturra, Pache y Catimor) influyó en la característica física de ancho y espesor, sobresaliendo en mayor medida la que tiene mayor altitud. En característica sensorial, la altitud mejoró la fragancia/aroma en la variedad caturra, asimismo, tuvo mayor calificación de calidad en taza la de mayor altitud (1.000 m.s.n.m. - 1.200 m.s.n.m.). En el caso de la variedad Catimor (800 m.s.n.m. - 1.000 m.s.n.m.) en dicho estudio se obtuvo que fue la que obtuvo mayor gramaje en merma (pérdida), asimismo, presentó un brocado grave, pero resistente a la roya, en cuanto a su granulometría presentó granos más pequeños en comparación con las otras variedades, y en calidad de taza la variedad Catimor fue la que presentó la más baja puntuación a diferencia de las demás variedades. Cárdenas (2018), en cuanto a la variedad de cafeto para la variedad Catimor rojo presentó diferencias significativas para la calidad física, en las características sensoriales influye significativamente en fragancia/aroma, sabor, acidez y balance; en promedio en los tres pisos altitudinales también se obtuvo mejor calificación de calidad en taza.

Según lo obtenido se puede indicar que no solo la altitud juega un papel primordial en el desarrollo del cultivo de café, en nuestro caso fue posible identificar que la variedad Catimor, manejada de una forma orgánica y con una programación de riego permiten contar con beneficios en su crecimiento, desarrollo e incluso presencia de plagas y enfermedades que pese a no ser competencia dentro de este proceso investigativo vale mencionar que no existió de forma severa o riesgosa para este cultivo.

De acuerdo a la investigación ejecutada por Cortez & Mercado (2014) donde se evaluó el efecto de tres láminas de riego por goteo en época seca sobre el estímulo de la floración y producción de café, mostraron que la aplicación de riego por goteo generó influencia en el crecimiento vegetativo, la formación de estructuras productivas y productividad, de la que se aplicó una lámina de riego de 20 mm.

Según la presente investigación donde se realizó la prueba de Tukey al 0,05%, fue posible evidenciar un mayor desarrollo morfológico en la variedad Catimor con respecto a las demás variedades analizadas, considerando que en la variable que mostró mayor respuesta se aplicó una lámina de riego de 50 mm con un tiempo de riego de 30 minutos y una frecuencia de 73 horas entre riego.

Según la investigación, Duarte (2016) menciona que las características de suelo con clase textural franco arenoso, con una velocidad de infiltración alta, a la vez presenta una capacidad de campo baja, por lo tanto, la retención de humedad del suelo es baja, aunque el suelo presenta buen drenaje, esto favorece el buen desarrollo del sistema radicular del cultivo de café. Bajo estas condiciones se tomó en cuenta que donde se encuentra establecido el cultivo se posee un suelo con textura franco-arcilloso que a diferencia de lo experimentado por Duarte nuestro suelo permite retener mayor cantidad de agua pese a que su velocidad de infiltración es muy lenta lo que se ve reflejada en la frecuencia de riego aplicada dentro de la investigación.

## **Conclusiones**

Mediante un análisis de campo y de laboratorio se determinó que el suelo en el cual se estableció el cultivo de café empleado en esta investigación posee una textura franco-arcillosa, una densidad aparente de 1,07 gr/cm<sup>3</sup> y un porcentaje de materia orgánica de 2,20 aspectos que permiten considerar que dicho suelo posee una lenta velocidad de infiltración de agua, pero alta retención de humedad siendo favorable para la planta.

Fue posible dictaminar que la variedad arábigo Catimor presentó un buen desarrollo morfológico, en consideración de las variedades Catucaí amarillo y Acawa amarillo, pese a haber aplicado una lámina de riego de 50 mm.

El establecimiento de la experimentación de acuerdo al análisis económico efectuado, arrojó que con \$ 611,58 dólares americanos es posible contar con un sistema de riego por goteo básico para cubrir un área de 243 m<sup>2</sup> capaz de mantener 90 plantas de café (variedad Catimor) distribuidas a 1,5 m x 1,5 m sembradas en forma de tresbolillo.



### **1.3. Respuesta comparativa entre dos híbridos y dos variedades de café a la fertilización ecológica en etapa de crecimiento**

#### **Resumen**

La investigación “Respuestas comparativas entre dos híbridos y dos variedades de café a la fertilización ecológica en etapa de crecimiento”, tuvo como objetivos comparar las respuestas morfológicas y fenotípicas entre dos híbridos y dos variedades de café a la fertilización ecológica en etapa de crecimiento. La metodología utilizada fue experimental, apoyada estadísticamente con un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4x2, donde el factor A son variedades: Sarchimor 4260, Bourbon Rojo y Amarillo y Catucaí y el factor B son dosis: yeso agrícola 50 g más 25 g de urea y humus de lombriz 500 g más 25 g de urea, para la comparación de medias se utilizó el software estadístico Infostat en las variables: altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa, número, longitud y ancho de hojas, para las variables cualitativas (forma de la hoja, forma de ápice, color de la hoja, forma de copa) se aplicó la prueba de chi-cuadrado. Los resultados alcanzados, determinaron a nivel morfológico que la mayor altura de planta se presentó en la variedad Bourbon amarillo yeso en dosis de 50 g más 25 g de urea, el diámetro de tallo y número de hojas en el híbrido Sarchimor humus en dosis de 500 g más 25 g de urea, diámetro de copa en la variedad Bourbon rojo humus, en las variables longitud de hoja fue la variedad Bourbon amarillo humus, ancho de hojas la variedad Bourbon amarillo humus, en la parte fenotípica el estudio determinó que no hubo diferencias estadísticas. Se concluye que las fuentes de fertilización ecológica son indispensables en el desarrollo de plantaciones de café y más aún cuando el análisis de suelo determina deficiencia de materia orgánica.

## Introducción

Históricamente la caficultura en Ecuador comenzó alrededor de la década de 1830 en la provincia de Manabí con una variedad típica de café arábigo. Luego, en el año 1950, ingresa la especie robusta, extendiéndose vigorosamente en los trópicos húmedos de la costa y en la década de 1970 se extendió a la Amazonía (Cumbicus & Jiménez, 2012).

En Ecuador se cultivan las dos principales especies comerciales en el contexto mundial, *Coffea arábica* L (café arábico) y *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (robusta) (Ponce Vaca *et al.*, 2018). En Ecuador el café arábigo posee un 62% y el robusta un 38%, siendo la variedad arábica la que mejores precios obtiene tanto en los mercados locales como en los internacionales (Ortega, 2003).

Álvarez *et al.* (2017) afirman que “En la provincia de Manabí, exclusivamente en el cantón Jipijapa ha sido uno de lugares que produce el grano de oro, que desde tiempos remotos ha sido muy producido y codiciado por propios y extraños por ser una de las bebidas que aviva sensaciones como el placer, energía y bienestar de los productores y consumidores”.

La producción de café en la provincia de Manabí se concentra principalmente en los cantones Jipijapa, Portoviejo, Olmedo, 24 de mayo, Paján y Santa Ana, aunque existen pequeños cultivos a lo largo de casi toda la provincia (Vanegas, 2019).

*Coffea arábica* es una especie que se autopoliniza, lo que conduce a que sus variedades tiendan a permanecer genéticamente estables. No obstante, se han cultivado cepas con mutaciones espontáneas debido a sus características deseables, el híbrido Catuai es el resultado del cruzamiento de Mundo Novo y Caturra y es cultivado en Sudamérica (Jiménez, 2014).

Sarchimor 4260 híbrido fue originario del híbrido Timor CIFC 832/2 (resistente a roya) y plantas de la variedad Villa Sarchí. Los sarchimores son de porte bajo, brote verde o bronce o ambos, vigor y producción alta, bien adaptado en zonas de baja y media altura con taza aceptable. Los estudios de taza en zonas altas están en curso (Anzueto, 2014).

El Bourbon se introdujo por primera vez en América en 1860 en el sur de Brasil, cerca de Campinas. Desde allí, se extendió al norte hacia América Central, donde se descubrieron dos de sus variedades conocidas como: Bourbon rojo y Bourbon amarillo, su porte es similar a la variedad típica, sus cerezas son pequeñas y pesadas, maduran rápidamente siendo una variedad muy

adaptable y produce granos de buena calidad. La variedad Bourbon es muy susceptible a la roya (Saldívar Iglesias, 2018).

Antes de realizar la fertilización del café, debes saber que nutrientes necesitan tus plantas y en qué cantidad, las investigaciones han demostrado que por cada 100 arrobas (1.250 kilos) de café pergamino seco que se producen por hectárea al año, el cultivo extrae: 60 kg de nitrógeno, 20 kg de fósforo y 60 kg de potasio. Por ejemplo: si tu cultivo de café produce anualmente 400 arrobas de café pergamino seco por hectárea, se van a necesitar 240 a 300 kg de nitrógeno, 80 kg de fósforo y 240 a 260 kg de potasio por hectárea al año (Gómez S., 2019).

Estudios realizados en la provincia de Manabí han determinado a nivel morfológico (altura de planta, diámetro de tallo, número de nudos por ramas, longitud de hoja y diámetro de hojas), que la micorriza (MZ) en dosis de 0,5 g/planta, más 25 g urea, humus de lombriz (HL) en dosis de 50 y 150 g/planta, más 25 g urea y el yeso agrícola (YA) en dosis de 50 y 100 g más 25 g de urea, fueron los que mejores resultados obtuvieron en el híbrido Sarchimor en diferentes dosis de fertilización (León, 2021).

(Mosquera *et al.*, 2015) comprueba que la mejor respuesta morfológica en etapa de crecimiento del café arábigo Sarchimor 4260 se presenta con el humus de lombriz en dosis de 1,0 kg/planta + urea y el yeso agrícola con dosis de 100 gr/planta + urea, el testigo al que solo se le aplicó urea, fue el que presentó resultados inferiores en comparación con los otros tratamientos.

La Universidad Estatal del Sur de Manabí en la finca experimental Andil llevó a cabo la implementación de café con la finalidad de realizar comparaciones entre dos híbridos y dos variedades aplicando fertilización química y orgánica para llevar consigo la determinación de cuál de las distintas variedades va a lograr obtener un crecimiento óptimo más desarrollado, para de esta manera recomendar a los productores cafetaleros variedades e híbridos de alto valor genético que permita tener altos rendimientos de grano por unidad de superficie.

El *Coffea arábica* (café) es uno de los cultivos de mayor importancia económica, social, ambiental y salud humana, contando con 199.215 ha cultivadas, la superficie cafetera por provincia, estimada por el COFENAC (2011), muestra que la mayor superficie cafetalera la tiene la provincia de Manabí con el 32,2% (Pizarro et al., 2016).

El café arábigo posee características productivas a nivel nacional, en la cual se indican que el mes de mayor cosecha para esta variedad es junio, los factores que permitieron a los productores obtener estos resultados son: Caturra (17%), Catuai (14%) y Sarchimor (18%) (Monteros, 2016). En tanto que la variedad Bourbon por sus condiciones de vigor, mejor conformación y mayor número de yemas florales representa el 20 a 30% de las plantaciones de cafeto en el área productiva (Velásquez, 2016).

Una de las prácticas que contribuyen a un óptimo crecimiento y a lograr el máximo potencial de producción del café es la fertilización. Esta labor puede realizarse mediante un plan adaptado a los resultados de los análisis del suelo o mediante un plan general de fertilización (González *et al.*, 2014).

La presente investigación se justifica en base a que en la zona sur de Manabí - Jipijapa, se implemente la producción de café realizando comparaciones entre variables y híbridos con la aplicación de fertilizantes tanto químicos como orgánicos. Jipijapa es un cantón agrícola y forestal, pero no ha logrado alcanzar un nivel productivo y obtener una ventaja competitiva, para ello es necesario que el pequeño y mediano productor conozca qué metodologías y técnicas se deben adecuar en el proceso de utilización en dosis de diversos fertilizantes entre las distintas variedades, siendo así de beneficio para los caficultores de Manabí, en especial de la zona sur manabita.

En la localidad de Jipijapa, el café tiene baja competitividad por su debilitada capacidad productiva, altos costos de producción y mala calidad del café desde el manejo en semilleros y viveros, los agricultores del recinto Andil, afirman que la producción cayó debido a la incidencia de plagas (broca) y enfermedades (roya), a esto se suman los bajos precios, la falta de incentivos al sector agrícola cafetalero de bajos beneficios en los cultivos viejos, falta de investigaciones para determinar una mayor densidad poblacional, fertilizaciones foliares adecuadas de acuerdo a un previo análisis de suelo.

En la zona sur de Manabí, especialmente en Jipijapa, no cuenta con cultivares de café de alto rendimiento, buena adaptación a la zona y tolerante a enfermedades, especialmente a la roya del cafeto, que es la enfermedad que actualmente está devastando estos cultivares. Para ello se llevó a cabo la implementación de híbridos y variedades de café que se adapten mejor a las condiciones agroclimáticas de la zona, especialmente en la finca Andil, para que el pequeño y mediano productor conozcan las fuentes importante de la fertilización en el cultivo, considerando que por la falta de conocimiento técnico desconocen los manejos exigentes que presentan especialmente

los niveles de fertilidad del suelo y las cantidades de fertilizantes químicos y orgánicos que se deben utilizar para promover una excelente producción, partiendo desde su etapa de semilleros y viveros.

### **Metodología utilizada**

La investigación se desarrolló en la finca experimental Andil, perteneciente a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicada en el kilómetro 5 de la vía que conduce a la parroquia Noboa del cantón 24 de mayo.

Veinticuatro de Mayo es un cantón de la provincia de Manabí en Ecuador, tiene una población de 28.846 habitantes.

**Superficie:** 524 km<sup>2</sup>

**Alcalde:** Elicro Duval Valeriano Ponce

**Capital:** Sucre

**Coordenadas:** 1°16'44"S 80°25'12"O / -1.2788889, -80.42

**Idioma oficial:** español

**Altitud media** 242 m s. n. m.

### **Limites**

**Al norte:** con el cantón Santa Ana

**Al sur:** con el cantón Paján

**Al este:** con los cantones Santa Ana y Olmedo

**Al oeste:** con el cantón Jipijapa

En la actualidad el cantón 24 de Mayo esta subdividido en una parroquia urbana y tres rurales, distribuidos de la siguiente manera:

**Urbana:** Sucre (cabecera cantonal).

**Rurales:** Bellavista, Arquitecto Sixto Duran Ballén y Noboa.

### **Materiales**

- Para la implementación de la investigación se contó con los siguientes materiales:

Material vegetal

- Plántulas de Sarchimor 4260
- Plántulas de Bourbon rojo

- Plántulas de Bourbon amarillo
- Plántulas de Catuaí

#### Reactivos

- Yeso agrícola
- Humus
- Urea

#### Materiales de campo

- Bomba para fumigar
- Flexómetro
- Calibrador vernier
- Cinta
- Balde
- Machete
- Abre hoyos
- Estacas
- Machete
- Gramera
- Rótulos de identificación

#### Materiales de oficina

- 1 computador
- 1 impresora
- 1 cámara fotográfica
- 1 libreta de apuntes
- 1 lápiz
- 1 borrador
- 1 memoria (pendrive)
- Resma de hoja A4

- Formato para la recolección de datos
- Software estadístico (Infostat)

Factor de estudio

**Factor A:** Son las variedades, donde existen 4 niveles

V1: Sarchimor 4260

V2: Bourbon rojo

V3: Bourbon amarillo

V4: Catuaí

**Factor B:** Hay 2 niveles, con aplicación de fertilizantes de yeso y humus.

F1: Yeso 50 g + 25 g de urea

F2: Humus 500 g + 25 g de urea

Tratamientos

Los tratamientos que se llevaron a cabo en la investigación para el estudio son:

T1: Arábigo Sarchimor yeso 50 g + 25 g de urea

T2: Arábigo Sarchimor humus 500 g + 25 g de urea

T3: Arábigo Bourbon rojo yeso 50 g + 25 g de urea

T4: Arábigo Bourbon rojo humus 500 g + 25 g de urea

T5: Arábigo Bourbon amarillo yeso 50 g + 25 g de urea

T6: Arábigo Bourbon amarillo humus 500 g + 25 g de urea

T7: Arábigo Catuaí yeso 50 g + 25 g de urea

T8: Arábigo Catuaí humus 500 g + 25 g de urea

El cuadro que a continuación se presenta, describe los tratamientos con sus respectivos niveles. El total de tratamientos es 8.

**Tabla 1.27.**

*Tratamientos de la investigación.*

Tratamientos	Nomenclatura	Factor A Nivel 4	Factor B Nivel 2
1	V1F1	Variedad 1	Yeso 50 g+ 25 g de urea
2	V1F2	Variedad 1	Humus 500 g + 25 g de urea
3	V2F1	Variedad 2	Yeso 50 g+ 25 g de urea
4	V2F2	Variedad 2	Humus 500 g + 25 g de urea
5	V3F1	Variedad 3	Yeso 50 g + 25 g de urea
6	V3f2	Variedad 3	Humus 500 g+ 25 g de urea
7	V4F1	Variedad 4	Yeso 50 g+ 25 g de urea
8	V4F2	Variedad 4	Humus 500 g + 25 g de urea

### **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 x 2.

### **Características del experimento**

**Tabla 1.28.**

*Delineamiento experimental.*

<b>Delineamiento experimental</b>	
Unidades experimentales	: 32
Número de repeticiones por tratamiento	: 4
Número de tratamientos	: 8
Número de plantas por unidad experimental	: 6
Número de plantas evaluadas en parcela útil	: 192
Número de plantas evaluadas	: 128
Plantas por tratamiento	: 48

**Elaborado por:** Chele Campozano Juledy



## Análisis estadístico

**Tabla 1.29.**

*Análisis de varianza.*

Fuente de variación	Grados de libertad	
Repetición	(R - 1)	3
Tratamientos	(T-1)	7
Factor A (variedades)	(A-1)	3
Factor B (fertilizantes)	(B-1)	1
Interacción A x B	(A-1) (B-1)	3
Error	(R - 1) (T-1)	21
Total	(R.T - 1)	31

**Elaborado por:** Chele Campozano Juledy

### Modelo aditivo lineal

Las evaluaciones de análisis de varianzas fueron implementadas en un diseño completamente al azar (DCA), misma que se analizará de acuerdo al siguiente modelo aditivo lineal:

$B$  = Desde  $j$ -ésima hasta  $i$ -ésimo repetición

$T$  = Desde  $j$ -ésima hasta  $i$ -ésimo tratamiento

$RFA_i$  = Efecto del factor A

$FB_j$  = Efecto del factor B

FA vs. FB = Efecto de la interacción entre tratamiento

$E_{ijk}$  = Perturbaciones o error experimental.

Análisis funcional

La comparación de las medias se realizará mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidades mediante el software estadístico Infostat.

## Coeficiente de variación

El coeficiente de variación se calculó mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$C. V. \% = \frac{\sqrt{CME}}{X} \times 100$$

## Variables a ser evaluadas

Para el análisis de las variables evaluadas, se plantea un estudio a partir de los objetivos específicos:

Determinar las respuestas morfológicas de híbridos y variedades a la aplicación de fertilizantes en etapa de crecimiento.

Se estudiaron las variables:

- **Altura de planta.** Se tomó datos considerando el ras del suelo hasta el último par de hojas antes de llegar al brote del ápice, para ello se utilizó un flexómetro y sus medidas fueron expresadas en centímetros.
- **Diámetro de tallo.** Se realizó la medida del diámetro del tallo con la ayuda de un calibrador Vernier o pie de rey para medir el grosor del tallo de la planta específicamente en el cuello, cuyo resultado fue expresado en milímetros.
- **Número de hojas.** Para esta variable se contabilizó el número de hojas por cada repetición consideradas útiles por el tratamiento.
- **Diámetro de copa.** Se contabilizó esta variable con la ayuda de un flexómetro tomando las ramas del tercio medio de la planta, misma que es denotada en centímetros.
- **Longitud de hojas.** Para la medición de la longitud de la hoja se utilizó un flexómetro y se midió en centímetros, se seleccionó tres hojas al azar por plantas, la medida se consideró desde el peciolo hasta el ápice de la hoja.
- **Ancho de hojas.** El procedimiento fue similar a la medida del largo de la hoja, se seleccionó tres hojas al azar por planta y se midió en el punto más ancho de la hoja y fue expresada en centímetros.

Determinar el mejor tratamiento a nivel fenotípico entre variedades e híbridos de café en etapa de crecimiento a la aplicación de fertilizantes.

- **Forma de hoja.** La caracterización de esta variable se realizó a través de códigos del 1-4. Donde (1) obovada, (2) ovada, (3) elíptica, (4) lanceolada.
- **Forma del ápice de la hoja.** Para la caracterización de esta variable se utilizaron según su código: (1) redonda, (2) obtusa, (3) aguda, (4) apiculada. Para evaluarlas se analizaron todas las plantas y se consideró una de las alternativas que más coincidiera con su forma.
- **Color de hoja.** Esta variable se clasificó en 4 códigos, donde (1) verde, (2) verde con claro, (3) café oscuro, (4) amarillas. De estas se tuvo que observar todas las plantas para visualizar cuál fue el color de la hoja en esta fase de crecimiento.
- **Forma de la copa.** En esta variable se consideraron tres códigos en las cuales se encuentran: (1) plana, (2) redondeada, (3) rectangular.

### Manejo específico de la investigación

Durante el desarrollo del experimento se efectuaron las siguientes labores:

**Preparación del terreno.** Se realizó un desbroce de malezas en el terreno, continuándose con ello para posteriormente realizar hoyos para el trasplante de las distintas variedades de café arábigo.

**Delimitación del terreno.** Para ello se utilizaron estacas para identificar cada uno de los tratamientos que serán establecidos en el área de estudio.

**Siembra.** Las plantas fueron establecidas en el lugar definitivo. El distanciamiento entre hileras y surcos fue de 1,50 x 1,50 m.

**Aplicación de fertilizantes.** Se llevó a cabo la fertilización con el uso de los productos químicos y orgánicos entre ellos: urea, humus de lombriz, yeso agrícola, con sus dosis indicadas en la investigación.

**Control de malezas.** Se efectuó de forma manual durante los meses de evaluación en el cultivo, con la finalidad de evitar la propagación de plagas y la competencia entre ellas.

**Riego.** Se aplicó riego de acuerdo a las necesidades del cultivo, para ello se realizó la instalación de un sistema de riego con la finalidad de mantener las plántulas, el riego fue realizado tres veces a la semana dependiendo de las condiciones agrometeorológicas en el lugar de investigación.

**Manejo técnico.** El cultivo fue llevado de manera técnica, observando el desarrollo de cada una de las variedades de café arábigo con la aplicación de sus distintos fertilizantes, evitando la presencia de plagas, enfermedades y propagación de malezas.

**Toma de datos.** Se tomaron los datos necesarios para la investigación una vez que las plantas estuvieron establecidas en el campo de estudio.

**Tabulación de datos.** Los datos tomados en el campo fueron tabulados en Excel, luego se utilizó el paquete estadístico Infostat.

#### Resultados experimentales

Los datos estadísticos obtenidos de la presente investigación, determinan el comportamiento morfológico y fenotípico del cultivo de café durante su etapa de crecimiento, los mismos que para su mayor comprensión serán analizados según los objetivos propuestos en la investigación.

Es oportuno indicar que los datos tomados en el campo de investigación para cada una de las variables estudiadas fueron tabulados en el programa Excel, para las variables morfológicas los análisis estadísticos se realizaron mediante la aplicación del software estadístico Infostat, en las variables fenotípicas se utilizó el programa estadístico SPSS para los respectivos análisis de chi-cuadrado.

Los datos presentados en la tabla 1.30, demuestran que los datos establecen una normalidad que nos conlleva a proceder con el análisis de varianza para el estudio de las variables propuestas. La prueba de Kolmogórov presentó resultados estadísticos superiores a 0,05, por lo que se determinó una varianza homogénea en cada una de las variables estudiadas.

**Tabla 1.30.**

*Análisis de normalidad de datos.*

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.	Asimetría	Kurtosis	Kolmogórov
Altura	96	35,36	20,17	57,03	7,67	81,17	0,33	-0,92	1,00
Diámetro de tallo	96	5,52	2,77	50,06	2,17	12,71	0,63	-0,71	0,94
Número de hojas	96	33,05	23,56	71,27	9	105,67	1,02	-0,07	1,00
Diámetro de copa	96	31,37	12,72	40,53	12	62,67	0,36	-0,65	1,00

**Elaborado por:** Juledy Chele Campozano, estudiante investigador

Las variables que fueron consideradas para determinar las respuestas morfológicas de híbridos y variedades en etapa de crecimiento son: altura, diámetro del tallo, número de hojas, diámetro de copa, longitud y ancho de hojas.

**Tabla 1.31.**

*Análisis de varianza de la variable altura de planta.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	2108,85	7	301,26	10,59	<0,0001**
Tiempo	32115,89	3	10705,3	376,38	<0,0001**
Tiempo* Tratamientos	1285,68	21	61,22	2,15	0,0144**
Error	1365,24	48	28,44		
Total	38631,18	95			

**Fuente:** Elaborado por Juledy Yaritza Chele Campozano

\*\* *Diferencias estadísticas altamente significativas  $P < 0,01$*

\**Diferencias estadísticas significativas  $P < 0,05$*

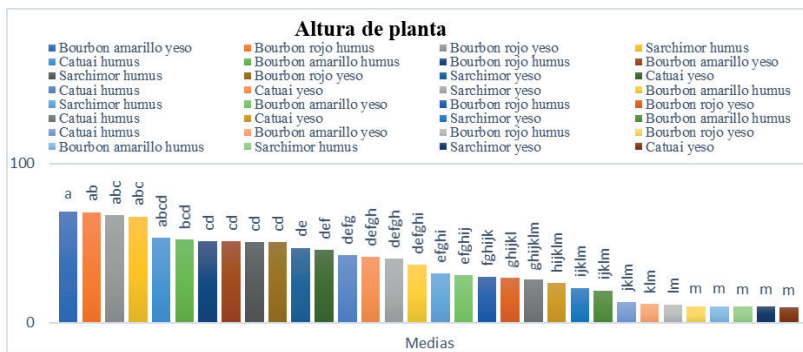
*n. s. No significativo*

La tabla 1.31, presenta el análisis de varianza para la variable altura de planta. Aquí se puede observar que los tratamientos tienen diferencias estadísticas altamente significativas, sin embargo, la interacción entre tiempo y tratamientos presentó diferencias estadísticas altamente significativas, en tanto que el tiempo es el que está influyendo en esta diferencia en cuanto a

variedades. El coeficiente de variación es 15,08% siendo un valor que está dentro de los rangos permitidos para este tipo de investigación, por lo cual damos paso para proceder a realizar la prueba de significación de Tukey al 5%.

**Figura 1.10.**

*Altura de planta.*



La figura 1.10, permite observar el comportamiento de cada tratamiento, considerando que la evaluación se llevó a cabo desde el momento que las plantas fueron establecidas al lugar definitivo, estableciéndose que en los 7 meses de edad de los cultivares su crecimiento fue homogéneo, sin embargo, el resultado obtenido determina diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, lo que motivo a la aplicación de prueba de significación de Tukey al 5%.

El análisis de Tukey determina que las variedades bourbon amarillo yeso agrícola en su dosis de 50 g más 25 g de urea y bourbon rojo humus en dosis de 500g más 25 g de urea, son los que mejor respuesta han dado en cuanto a altura de la planta.

**Tabla 1.32.**

*Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	20,19	7	2,88	6,85	<0,0001**
Tiempo	647,9	3	215,97	513,08	<0,0001**
Tiempo *Tratamientos	19,68	21	0,94	2,23	0,0112**
Error	20,2	48	0,42		
Total	726,46	95			

**Fuente:** Elaborado por Juledy Yaritza Chele Campozano

\*\* *Diferencias estadísticas altamente significativas  $P < 0,01$*

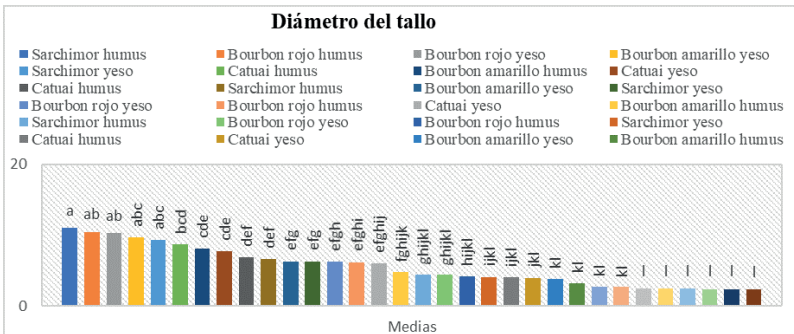
\* *Diferencias estadísticas significativas  $P < 0,05$*

*n. s. No significativo*

El análisis de varianza efectuado sobre la variable diámetro de tallo (Tabla 3.31), mostró estadísticas altamente significativas para tratamientos y la interacción entre tiempo por tratamientos, siendo el tiempo el que más ha influido en esta diferencia estadística en cuanto a variedades, el coeficiente de variación es de 11,75 lo que nos indica que es aceptable en nuestra investigación, por lo cual nos permite realizar la prueba de significación de Tukey al 5%.

**Figura 1.11.**

*Diámetro del tallo.*



En la figura 1.11, se puede comprobar, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, que los tratamientos para esta variable fueron el híbrido Sarchimor 4260 humus, seguido de la variedad bourbon rojo humus en dosis de 500 g más 25 g de urea, y bourbon rojo yeso en dosis de 50g más 25 g de urea, las que mejor comportamiento han obtenido en lo que respecta a esta variable, en tanto que las diferencias expresadas demuestran el comportamiento en el tiempo de la variable diámetro de tallo.

**Tabla 1.33.**

*Análisis de varianza de variable número de hojas.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Repetición	1360,91	14	97,21	2,44	0,0111
Tratamientos	1338,41	7	191,2	4,8	0,0004**
Tiempo	46001,88	3	15333,96	385,16	<0,0001**
Tiempo *Tratamientos	1759,39	21	83,78	2,1	0,0169**
Error	1910,99	48	39,81		
Total	52711,01	95			

**Fuente:** Elaborado por Juledy Yaritza Chele Campozano

\*\* *Diferencias estadísticas altamente significativas  $P < 0,01$*

\**Diferencias estadísticas significativas  $P < 0,05$*

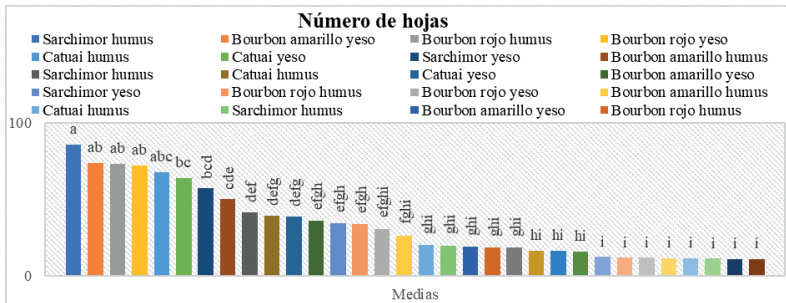
*n. s. No significativo*

Podemos evidenciar en la tabla 1.33, con la aplicación del ANOVA, que sí existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos y su interacción entre tiempo por variedades, aceptando la hipótesis de investigación. Su coeficiente de variación es 19,09 el mismo que está dentro del rango establecido para este tipo de investigación, mismo que nos da la pauta para proceder a la realización de la prueba de significancia Tukey al 5%.



**Figura 1.12.**

Número de hojas.



En la figura 1.12, podemos observar mediante la prueba de Tukey al 5% que los mejores tratamientos para esta variable fueron los híbridos Sarchimor 4260 humus en dosis de 500 g más 25 g de urea, las variedades bourbon amarillo yeso en dosis de 50 g más 25 g de urea, bourbon rojo humus en dosis de 500 g más 25 de urea y bourbon rojo yeso en dosis de 50 g más 25 g de urea, las que presentaron mejor respuesta al incremento del número de hojas.

**Tabla 1.34.**

Análisis de varianza diámetro de copa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	615,92	14	43,99	2,8	0,004
Tratamientos	669,96	7	95,71	6,09	<0,0001**
Tiempo	12634,54	3	4211,51	268,01	<0,0001**
Tiempo *Tratamientos	659,87	21	31,42	2	0,0241**
Error	754,27	48	15,71		
Total	15358,96	95			

**Fuente:** Elaborado por Juledy Yaritza Chele Campozano

\*\* Diferencias estadísticas altamente significativas  $P < 0,01$

\*Diferencias estadísticas significativas  $P < 0,05$

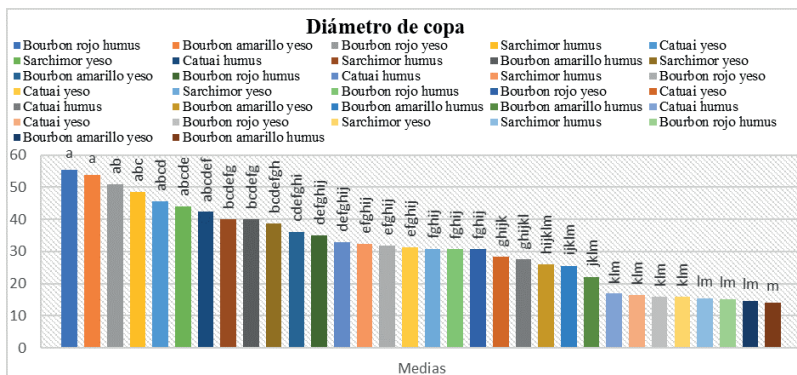
n. s. No significativo

La tabla 1.34, presenta el ANOVA de variable diámetro de copa, donde se puede observar que existe diferencias altamente significativas entre tra-

tamientos. El resultado a nivel de interacción entre tiempo por tratamientos presentó diferencias altamente significativas, siendo el tiempo el que está influyendo en esta diferencia estadística en cuanto a variedades. Su coeficiente de variación es de 12,64, siendo un valor que está permitido dentro de los rangos reconocidos para esta investigación.

**Figura 1.13.**

*Diámetro de copa.*



En la figura 1.13, la prueba de medias de Tukey demostró diferencias altamente significativas al  $P < 0,01$ , en tanto que los mejores tratamientos para esta variable fueron las variedades bourbon rojo humus en dosis de 500 g más 25 g de urea, seguido de bourbon amarillo y bourbon rojo en sus dosis de aplicación 50 g de yeso agrícola más 25 g de urea.

En tanto que las diferencias expresadas demuestran el comportamiento en el tiempo de variable diámetro de copa.

**Tabla 1.35.**

*Análisis de normalidad para las variables longitud y ancho de hojas.*

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.	Asimetría	Kurtosis
Longitud de hoja mes 1	40	10,17	1,13	11,1	7,61	12,81	-0,35	0,08
Longitud de hoja mes 7	40	16,7	1,07	6,39	14,33	19,01	-0,03	-0,35
Ancho de hoja mes 1	40	4,3	0,58	13,4	2,93	5,49	-0,08	-0,28
Ancho de hoja mes 7	40	7,6	0,85	11,17	6,13	9,68	0,65	-0,07

**Fuente:** Elaborado por Juledy Yaritza Chele Campozano

**\*\*** Diferencias estadísticas altamente significativas  $P < 0,01$

**\*** Diferencias estadísticas significativas  $P < 0,05$

*n. s. No significativo*

La tabla 1.35, demuestra los valores de asimetría y kurtosis una vez que se han ejecutado los resultados en el ANOVA, se pueden observar que los mismos son normales lo cual nos da pauta para proceder con el análisis estadístico planteado, dado que los resultados de la asimetría están por debajo de 1 y kurtosis no excede el valor de tres, en las variables evaluadas en esta investigación.

**Tabla 1.36.**

*Análisis de varianza de longitud y ancho de hoja.*

F.V.	gl	Cuadrados medios			
		LH1	LH7	AH1	AH7
Repetición	4	0,48	0,8	0,64	3,32
Tratamiento	7	4,11**	3,55**	4,74**	2,84*
Factor A	3	5,22*	4,45*	9,44**	4,17*
Factor B	1	6,88**	0,96	2,64*	0,75*
Factor A*Factor B	3	2,73*	3,73*	1,27*	0,72*
Error	32	0,79	0,77	0,19	0,59
Total	39	49,71	44,36	12,92	28,12
C.V.		8,75	5,26	10,24	10,36

LH1: Longitud de hoja mes 1, LH7: Longitud de hoja mes 7, AH1: Ancho de hoja mes 1, AH7: Ancho de hoja mes 7, \*Significativo al  $P < 0,05$  de probabilidad, \*\*Altamente significativo al  $P < 0,01$  de probabilidad, n. s. No significativo

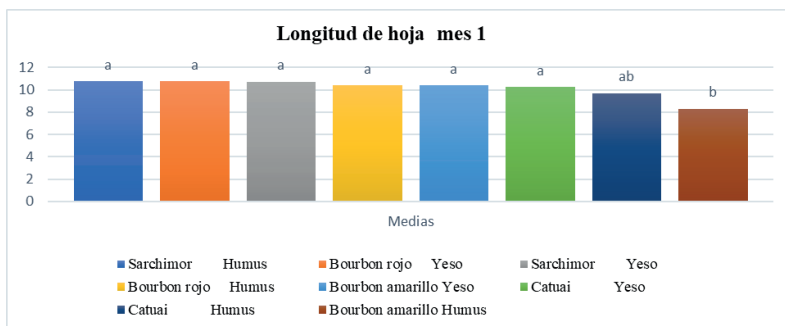
El análisis determina la interacción entre factores, obteniendo como resultado diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamiento, lo cual dio la pauta para la aplicación de la prueba de significación de Tukey al 0,5%.

Se analizó la variable longitud de hoja en el mes 1; el ANOVA establece que sí existe diferencia significativa en la interacción de factores A y B.

La figura 1.14, muestra los análisis de la longitud de hoja del mes 1 (LH1), donde se puede apreciar que la variedad Sarchimor con su dosis de aplicación 50 g de yeso más 25 g de urea con un promedio de 10,79 y Bourbon rojo yeso con su dosis de 50 g más 25 g de urea con un promedio de 10,78 fueron los de mejor respuesta.

### Figura 1.14.

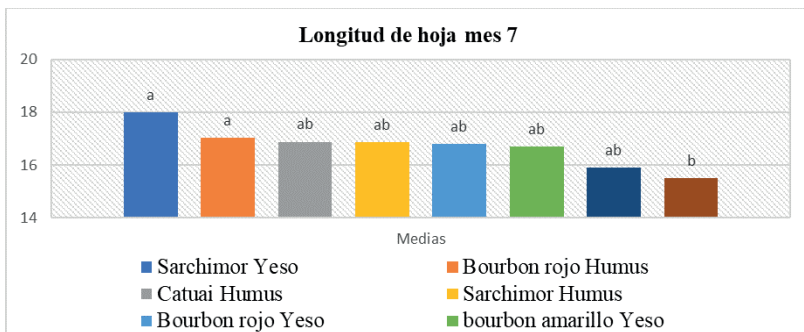
*Análisis de medias de la variable longitud de hoja mes 1.*



En la variable longitud de hoja mes 5, el ANOVA establece que sí existe diferencia estadística entre la interacción de los factores A y B, y determina que el factor que incide mayormente es el factor dosis, la aplicación de la prueba de Tukey al 0,5% (Figura 1.15), establece como mejor tratamiento a la variedad Sarchimor 4260 yeso con su dosis de 50 g más 25 g de urea y bourbon rojo humus en dosis de 500 g más 25 g de urea.

**Figura 1.15.**

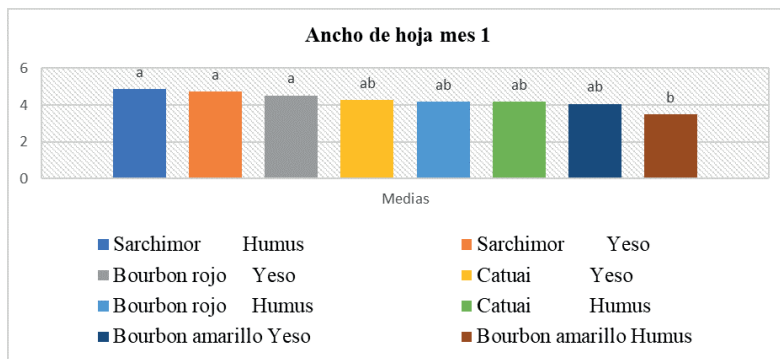
*Longitud de hoja mes 7*



La variable ancho de hojas presenta interacciones significativas entre factores, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% (Figura 1.16), donde se establece que la mejor respuesta se obtuvo en la variedad Sarchimor 4260 humus en su dosis de 500 g más 25 g de urea con un promedio de 4,88 y Sarchimor 4260 yeso en dosis de 50 g más 25 g de urea en un promedio de 4,74.

**Figura 1.16.**

*Ancho de hoja mes 1*

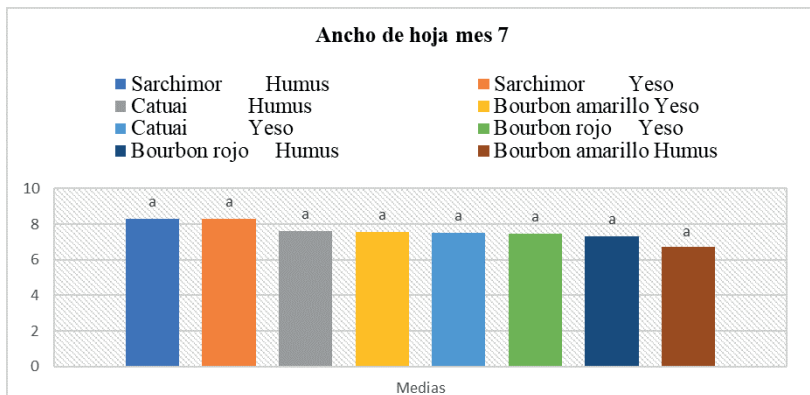


En la variable ancho de hoja del mes 7, podemos apreciar que sí existe diferencia significativa entre la interacción de los factores A y B, mediante el

resultado se logró establecer la prueba de significación de Tukey al 5% (Figura 1.17) donde se comprobó que las mejores respuestas para esta variable en este mes se mostraron en el híbrido Sarchimor 4260 humus en dosis de 500 g más 25 g de urea y Sarchimor yeso en dosis de 50 g más 25 g de urea.

**Figura 1.17.**

*Ancho de hoja mes 7.*



Determinar el mejor tratamiento a nivel fenotípico entre variedades e híbridos de café en etapa de crecimiento a la aplicación de fertilizantes.

Entre las variables que se estudiaron a nivel fenotípico se encuentran: Forma de hoja, Forma de ápice, Color de hojas y Forma de la copa.

**Tabla 1.37.**

*Análisis estadístico de las variables fenotípicas estudiadas.*

Variable	n	Media	Mediana	Moda	Mín.	Máx.	P-valor (chi cuadrado)
Forma de hoja	40	2,75	3,00	3,00	2,00	3,00	0,004
Forma de ápice de la hoja	40	3,98	4,00	4,00	3,00	4,00	0,420
Color de la hoja	40	1,05	1,00	1,00	1,00	2,00	0,503
Forma de la copa	40	2,95	3,00	3,00	1,00	3,00	0,410

**Tabla 1.38.**

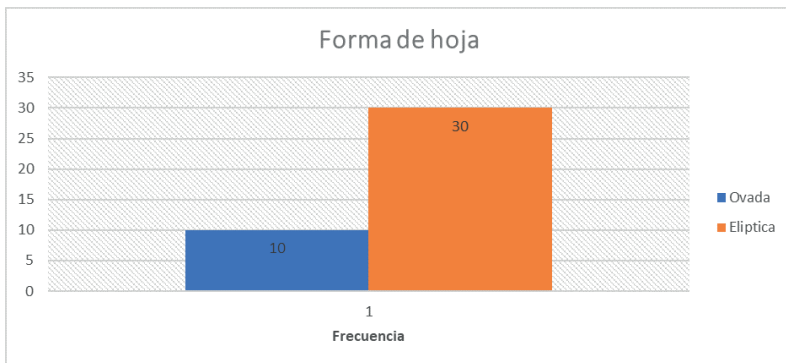
*Tablas cruzadas de las variedades fenotípicas estudiadas.*

		Tratamientos								Total
		T1. Sarchimor yeso	T2. Sarchimor humus	T3. Bourbon rojo yeso	T4. Bour- bon rojo humus	T5. Bour- bon amarillo yeso	T6. Bour- bon amarillo humus	T7. Ca- tuai yeso	T8. Catuai humus	
Forma de hoja	Ovada	5	2	0	1	1	0	0	1	10
	Elíptica	0	3	5	4	4	5	5	4	30
	Total	5	5	5	5	5	5	5	5	40
Forma de ápice de la h.	Aguda	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	Apiculada	5	4	5	5	5	5	5	5	39
	Total	5	5	5	5	5	5	5	5	40
Color de la hoja	Verde	4	5	5	5	5	5	5	4	38
	Verde con claro	1	0	0	0	0	0	0	1	2
	Total	5	5	5	5	5	5	5	5	40
Forma de copa	Plana	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Rectan- gular	5	5	5	4	5	5	5	5	39
	Total	5	5	5	5	5	5	5	5	40

En la tabla 1.38, se muestra el análisis estadístico de las variables estudiadas. Para la variable forma de hoja en la prueba de chi-cuadrado se puede demostrar que existe diferencia estadística significativa, en representación del 30% (Figura 1.18), se determina que las hojas de las variedades (Bourbon rojo y Bourbon amarillo) e híbridos (Sarchimor 4260 y Catuai) estudiados, demostraron ser de forma elíptica en su totalidad, sin embargo, es importante acotar que las que tuvieron mayor representación fueron las dos variedades e híbrido antes mencionadas.

### Figura 1.18.

Forma de hoja.



En la variable forma de ápice de la hoja se logró demostrar (en la Tabla 1.38), que a través de la prueba chi-cuadrado en el programa estadístico SPSS no se presentaron diferencias estadísticas para ninguno de los tratamientos en lo que respecta a esta variable.

La tabla 1.23, muestra los valores promedios de esta variable, aquí se puede apreciar que en las variedades e híbridos estudiados demostraron, en su totalidad, que la forma de ápice denotó ser de forma apiculada.

Para la variable color de hoja se logra observar (en la Tabla 1.38), que la caracterización de las variedades e híbridos de café con diferentes dosis de aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos, determinó que la totalidad del color de las hojas es verde.

Es importante acotar que en etapa de germinación y vivero, antes del trasplante al lugar definitivo, la coloración de las primeras hojas son verde claro, sin embargo, a medida que estas van desarrollando su coloración van cambiando hasta llegar a un color verde oscuro. La prueba de chi-cuadrado para esta variable determina que no hubo diferencia estadística entre tratamientos.

En la variable forma de copa, la tabla 1.38, nos indica que para los diferentes tratamientos evaluados todas las plantas obtuvieron una misma significancia, siendo denotadas de una forma rectangular.



Es importante acotar que al momento del trasplante al lugar definitivo las plantas aun por su tamaño no presentan aun formación de ramas secundarias o terciarias para lograr observar la formación de copa. La prueba de chi-cuadrado nos indica que no existe diferencia estadística entre las variedades.

## Discusión

La discusión se efectuará con base en cada una de las variables planteadas por cada objetivo, en otros casos se considerará los resultados denotados en la investigación.

El desarrollo morfológico de los dos híbridos y dos variedades de café evaluados con diferente dosis de fertilizantes químicos y orgánicos indica que la mayor altura de planta se presentó en el tiempo 4 siendo la variedad bourbon amarillo yeso con dosis de 50 g más 25 g de urea; con un promedio de 69,95 cm, el mayor diámetro de tallo fue la variedad Sarchimor humus con 10,99 cm; en el número de hojas la variedad más destacada fue Sarchimor humus con 85,78; diámetro de copa fue la variedad bourbon rojo humus con un promedio de 55,28; en las variables longitud de hoja la variedad que mejor se destacó fue bourbon amarillo humus con un promedio de 15,5; ancho de hojas fue la variedad bourbon amarillo humus con promedio de 6,74, lo que indica que tanto la fertilización con yeso y humus tuvo incidencia entre las diferentes variedades estudiadas.

Esto es corroborado por Holguín (2019), quien indica que el análisis de correlación determina relación estadística entre altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa y número de ramas; los datos presentaron variabilidad significativa ( $p < 0,01$ ) para las variables morfológicas. Se concluyó que la mejor respuesta morfológica en etapa de crecimiento del café arábigo Sarchimor 4260 se presentó con el humus de lombriz en dosis de 1,0 kg/planta + urea y yeso agrícola dosis de 100 gr/planta + urea, al testigo que se le aplicó solo urea fue el que presentó resultados inferiores en comparación a otros tratamientos.

Para Mosquera *et al.* (2015) la agricultura en la actualidad tiene el reto de suplir la demanda existente por alimentos a nivel mundial, como proporcionar un desarrollo sostenible para la humanidad, los tratamientos que se efectuaron en esta investigación fueron: bocashi, lombricompuesto y fertilización tradicional orgánica, las variables en estudio fueron: altura, número de hojas por planta así como la incidencia de patógenos fungosos, los resultados obtenidos en el estudio de la variedad castillo permitieron aceptar la hipótesis y aunque químicamente el bocashi registró mayores valores que el lombricomposta, este último, indujo mejor respuesta en el desarrollo vegetativo del caféto.

Armijos (2020), en su tema de investigación planteaba análisis de la relación genotipo ambiente en el establecimiento de 6 variedades de café (*Coffea Sp.*), efectuó un análisis con parcelas repetidas de treinta y cinco plantas por genotipo teniendo un total de seiscientos cincuenta y ocho plantas de café, con los datos obtenidos sobre la caracterización morfoagronómica de café realizaron un diagrama de medias marginales donde se comprobó que la variedad Geisha fue la que presentó mejor comportamiento en relación con otras variedades. Los descriptores que presentaron un nivel de significancia menor a 0,05 fueron AP (altura de la planta), RP (radio de la planta), LH (longitud de la hoja), LR (longitud de la rama).

Astudillo (2021) en su tema de investigación aporta que los mejores resultados se presentaron en el tratamiento Catuai con un 37,14 la longitud de rama, diámetro de copa 64,37 cm, número de nudos por ramas con 9,50, la mayor longitud de hoja 16,55 cm, el mayor ancho de hoja con 7,60, la mayor longitud de peciolo con 12,85, la forma de estípula el mejor fue Acawa con 3,50, en el caso de altura de planta la variedad que más se destacó en la investigación fue el Catuai rojo con 115,55, seguido del Sarchimor 4260 con 89,55 cm, Catucaí rojo 89,90 cm, Acawa 94,35 cm y Catimor 91,70cm.

Pilatásig (2017) demuestra en su proyecto de investigación que la variable altura de planta presentó mejores resultados con la aplicación de abono edáfico con un promedio de 127,00 cm al iniciar y a los 28 días alcanzó un promedio de 131,06, en diámetro de tallo a los 7 días su promedio fue de 2,95 mientras que a los 28 días alcanzó un 3,25 cm, mientras en número de ramas, en este estudio con la aplicación del abono edáfico, se registró un promedio de 30,56 ramas.

Los resultados fenotípicos de la planta nos demostraron que la variable forma de hoja presenta en su totalidad forma elíptica, forma de ápice son apiculada, color de hoja son verde, forma de copa demuestra que su forma es rectangular.

Esto es corroborado por Julca *et al.* (2018), quienes indican que al evaluar los tres cultivares de café fueron consideradas como tratamientos (1 cultivar = 1 tratamiento) y las 50 plantas como repeticiones (1 planta = 1 repetición), lo que demuestra que estas tres variedades estudiadas tienen características fenotípicas muy similares, tanto para la forma de la hoja, que es elíptica; forma de apice, denotada por apiculada; color de hoja, que es verde oscuro.

## Conclusiones

En lo que respecta a las respuestas morfológicas de híbridos y variedades a la aplicación de fertilizantes ecológicos en etapa de crecimiento, se establecen que la mayor altura de planta se presentó en los tratamientos bourbon amarillo yeso con dosis de 50 g más 25 g de urea, con un promedio de 69,95 cm; el mayor diámetro de tallo fue el híbrido Sarchimor humus en dosis de 500 g más 25 g de urea con un promedio de 10,99 mm; en el número de hojas el híbrido más destacado fue Sarchimor humus en dosis de 500 g más 25 g de urea; diámetro de copa fue la variedad bourbon rojo humus con un promedio de 55,28 cm; en las variables longitud de hoja la variedad que mejor se destacó fue bourbon amarillo humus en dosis de 500 g más 25 g de urea con un promedio de 15,5 cm; ancho de hojas fue la variedad bourbon amarillo humus en dosis de 500 g más 25 g de urea con promedio de 6,74; lo que indica que tanto la fertilización con yeso y humus tuvo incidencia entre las diferentes variedades estudiadas.

Mediante la prueba de chi-cuadrado a nivel fenotípico las variables estudiadas en este objetivo determinaron que no existen diferencias estadísticas significativas, se demuestra que las variedades Sarchimor 4260, Bourbon rojo, Bourbon amarillo y Catuai en diferentes dosis de fertilizantes mencionadas anteriormente en la investigación presentaron en su totalidad las mismas formas, acotando que la variable forma de hoja demostró ser de forma elíptica, forma de ápice es apiculada, color de hoja es verde y por último forma de copa es rectangular.

## Bibliografía

- Álvarez, A. A., Chilan, S. S., Figueroa, M. L., Saltos, V., Marcillo, M. M., & Caicedo, C. R. (2017). *Gestión de las pymes para mejorar la comercialización en cultivos de café*. Área de innovación y desarrollo, S.L.
- Anzueto, F. (14 de diciembre de 2014). Variedades de café. *Anacafé*, 9.
- Arcila, J., & Farfán, F. (2015). Consideraciones sobre la nutrición mineral y orgánica en la producción de la finca. *Sistemas de producción de café en Colombia*, 132.
- Armijos Villavicencio, A. E. (2020). *Análisis de la relación genotipo ambiente con seis variedades de café (Coffea spp.) en la granja experimental Santa Inés*. Universidad Técnica de Machala, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Machala: Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Astudillo, B. N. (2021). *Identificación del comportamiento morfológico de cinco cultivares de café arábigo en la finca Andil de la UNESUM*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ingeniería Agropecuaria. Jipijapa: Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3211/1/BRUNO%20ASTUDILLO-TE-SIS-%20Revisi%C3%B3n%20Dra.%20Moran.pdf>
- Barquero, M. (2013). *Manual de recomendaciones para el combate de la roya del cafeto*. Costa Rica: Instituto del Café de Costa Rica-ICAFC.
- Batista, I. (2018). *Enfermedades del cultivo del café*. Componente de República Dominicana del Programa Centroamericano para la Gestión Integrada del Café (PROCAGICA-RD). República Dominicana: Unión Europea - Universidad ISA - IICA.
- Briceño, A., & Pérez, A. (2017). *Utilización del humus lombriz roja californiana (Eisenia foetida) como alternativa amigable al medio ambiente para el cultivo del café*. Finca Santa Dolores, Municipio el Crucero, enero-junio 2016. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAM - Managua. <http://repositorio.unan.edu.ni/3795/1/51771.pdf>
- Calderón, A. (2016). *CEPAL. Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural con inclusión social*. Obtenido de: [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/40863/S1601309\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/40863/S1601309_es.pdf)

- Camejo, L., & Duarte, L. y. (2017). Diseño agronómico en máquinas de pivote central, rendimientos, ahorro de agua y energía. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 38(2), 3-16.
- Canet, G., Soto, C., Ocampo, P., Rivera, J., Navarro, A., Guatemala, G., & Villanueva, S. (2016). *La Situación y tendencias de la producción de café en América Latina y El Caribe*. San José - Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ).
- Cárdenas, J., Suárez, O., & Orozco, E. (2018). Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*). ¿Qué medidas preventivas se pueden tomar para evitar esta enfermedad? Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/roya-delcafeto>
- Castro, Ä., Serna, C., & Rivillas, C. (2015). *Bionutrición. Una alternativa para la producción sostenible de café*. Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia, 1-12.
- Ceballos Castro, C., Lagos Reinoso, G., Morán Villamar, C., & Cabrera Rojas, A. (2021). Enoturismo emergente en Ecuador: Factores clave para su desarrollo en la provincia del Guayas. *Journal of business and entrepreneurial*. Obtenido de file:///C:/Users/chucu/Downloads/Dialnet-EnoturismoEmergenteEnEcuador-7887989.pdf
- CENICAFÉ. (2014). *Épocas recomendables para la fertilización de cafetales*. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. Programa de Investigación Científica. Fondo Nacional del Café., 1-16.
- Cisneros Zayas, E. (2015). Respuesta productiva del cafeto al manejo del riego. Función agua-rendimiento. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 7-8.
- COFENAC. (2011). <https://www.yumpu.com/es/document/view/50537034/d-i-a-g-n-a-s-t-i-c-o-consejo-cafetalero-nacional-cofenac>
- Cortez , G., & Mercado, J. (2014). *Efecto de tres láminas de riego por goteo en época seca sobre el estímulo de la floración y producción de café*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2757/1/tnf06c828.pdf>
- Cumbicus Torres, E. M., & Jimenéz Azuero, R. M. (2012). *Análisis sectorial del café en la zona 7 del Ecuador* (Tesis previa a la obtencion título de Ingeniero en Administración de Empresas, Universidad Católica de Loja, Escuela Administración de Empresas). Loja-Ecuador.

- Duarte, H. (2016). Efecto del riego en crecimiento y rendimiento del café (*Coffea arabica L*) **CATRENIC**, Nicaragua. Obtenido de <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/525/526>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2011). Fertilización de cafetales, clave para la productividad. Obtenido de Pergamino. Información y gestión de negocios para empresarios Cafeteros. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.:[https://www.federaciondecafeteros.org/pergaminofnc/index.php/comments/fertilizacion\\_de\\_cafetales\\_clave\\_para\\_la\\_productividad](https://www.federaciondecafeteros.org/pergaminofnc/index.php/comments/fertilizacion_de_cafetales_clave_para_la_productividad)
- Figuroa, O., & Aquino, R. (2011). Guía técnica. Curso taller. Fertilización y post cosecha del café. San Martín. Perú: Agrobanco.
- Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café - PROCAFÉ. (2008). *Fertilización del cafeto*. Obtenido de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-cafetot27565.htm>
- GAD-Jipijapa. (2015). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Jipijapa: GAD-Jipijapa.
- Gamonal (2014): [https://es.wikipedia.org/wiki/Conflicto\\_de\\_Gamonal\\_de\\_2014](https://es.wikipedia.org/wiki/Conflicto_de_Gamonal_de_2014)
- Gómez, O. (Septiembre de 2010). Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. *Fundesyrum*, 124. Obtenido de [http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/GUIA\\_CAFE\\_OK.pdf](http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/GUIA_CAFE_OK.pdf)
- Gómez, S. (2019). *Guía de fertilización del café. 9 ideas para mejorar productividad y sostenibilidad de costes*. Obtenido de quecafe.info: <https://quecafe.info/guia-fertilizacion-cafe-intensificacion-sostenible/>
- González, H., Sadeghian, S., & Jaramillo, A. (2014). Épocas recomendables para la fertilización de cafetales. *Revista técnica CENICAFÉ*, 12.
- Grajales, A., Jaramillo, A., & Cruz, G. (2008). Los nuevos conceptos sobre «agua virtual» y «huella hídrica» aplicados al desarrollo sostenible: implicaciones de la agricultura en el consumo hídrico. *Agron*, 9.
- Hargreaves, G., & Merkle, G. (2000). Fundamentos del riego. Water Resources Publications.
- Hernández, E., Pérez, F., & Godínez, L. (s.f.). La producción y el consumo del café. (M. García, Ed.) Obtenido de [https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO\\_CAFE.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf)

- Holguín, G. K. (2019). *Comportamiento morfológico del café (Coffea arábica L) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Jipijapa: Carrera Agropecuaria.
- INIAP. (2018). *Establecimiento del cultivo de café*. Quito-Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP.
- Jaramillo, J. (2018). Descripción de variedades de café. Obtenido de <https://edoc.site/10-variedades-e-hibridos-del-cafe-pdf-free.html>
- Jiménez, E. (15 de diciembre de 2014). Café I (G. Coffea). *Reduca (Biología)*, 12, 20.
- Julca, A., Alarcón, G., Alvarado, L., Borjas, R., & Castro, V. (2018). Comportamiento de tres cultivares de café (Catimor, Colombia y Costa Rica 95) en el valle del Perené, Junín, Perú. *Revista Scielo*, 3(34).
- León, M. F. (2021). Respuesta productiva del café arábigo sarchimor 42-60 (*Coffea arabica L*) a diferentes fuentes de fertilización. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Jipijapa - Manabí - Ecuador: Carrera Agropecuaria.
- Martínez, L. (2001). *Manual de operación y mantención de equipos de riego presurizado*. Comisión Nacional de Riego e Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de Comisión Nacional de Riego e Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- MCCH Maquita Cushunchic . (2015). *Fertilización orgánica*. Quito-Ecuador: Fundación MCCH.
- Monteros, A. (2016). *Rendimientos de café grano seco en el Ecuador 2016*. Ministerio de agricultura y ganadería. Quito-Ecuador: Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información. Coordinación General del Sistema de Información Nacional. Ministerio de Agricultura Y Ganadería.
- Monteros, A. (2017). *Rendimientos de café grano seco en el Ecuador 2017*. Quito-Ecuador: Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información. Coordinación General del Sistema de Información Nacional. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Morales, Y. (2019). Durabilidad de la resistencia genética a la roya del café (*Emilia vastatrix*) en variedades mejoradas en Honduras al 2019. Honduras: Programa de Mejoramiento Genético IHCAFE.

- Mosquera, A. T., Melo, M. M., Quiroga, C. G., Avendaño, D. M., Barahona, M., Galindo, F. D., . . . Sosa, D. (2015). Evaluación de fertilización orgánica en caféto (*Coffea arabica*) con pequeños productores de Santander, Colombia. Recuperado el 22 de abril de 2016.
- Mosquera, A., Melo, M., Quiroga, C., Avendaño, D., Barahona, M., Galindo, F., . . . Sosa, D. (2016). Evaluación de fertilización orgánica en caféto (*Coffea arábica*) con pequeños productores de Santander, Colombia. *Temas agrarios*, 21(1), 90 - 101, 1-12. Enero- junio 2016.
- OR, U. (1999). Riego y fertilización de cafetales por goteo: un cambio conceptual. *Revista Internacional de Agua y Riego*, 19.
- Ormeño, M., García, R., Garnica, J., & Ovalle, A. (2017). Manejo agroecológico del cultivo de café. Maracay-Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA.
- Ortega, J. (2003). *Análisis sectorial del café*. Apuntes de Economía Dirección General de Estudios.
- Pilatasig, M. F. (2017). *Respuesta agronómica de plantas de café arábica (Coffea arabica) a la aplicación de abonos edáficos y foliares*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera Ingeniería agrónomica. La Maná: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4614/1/PIM-000046.pdf>
- Pizarro, J. C., Unda, S. B., & Prado, E. (2016). Análisis de canales de comercialización y consumo de café (Coffea arábica) en la ciudad de Machala, Ecuador. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/caribe/2016/05/cafe.html>
- Ponce Vaca, L. A., Acuña Velázquez, I. R., Orellana Alemán, J. L., & Fuentes Figueroa, T. (2018). Situación de la caficultura ecuatoriana perspectivas. *Revista Scielo*, 6(1).
- PROEcuador. (2013). [https://issuu.com/pro-ecuador/docs/guia\\_comercial\\_2013\\_low](https://issuu.com/pro-ecuador/docs/guia_comercial_2013_low)
- Repetto, J. (2015). La disponibilidad de nutrientes y su relación con el estado sanitario de los cultivos. Obtenido de Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía: [http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=la\\_disponibilidad\\_de\\_nutrientes\\_y\\_su\\_relacion\\_con\\_el\\_estado\\_sanitario\\_de\\_los\\_cultivos&id=2328](http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=la_disponibilidad_de_nutrientes_y_su_relacion_con_el_estado_sanitario_de_los_cultivos&id=2328)
- Saldiva Iglesias, P. (2018). El cultivo de café *Coffea arábica Linn* y *Coffea ca-*



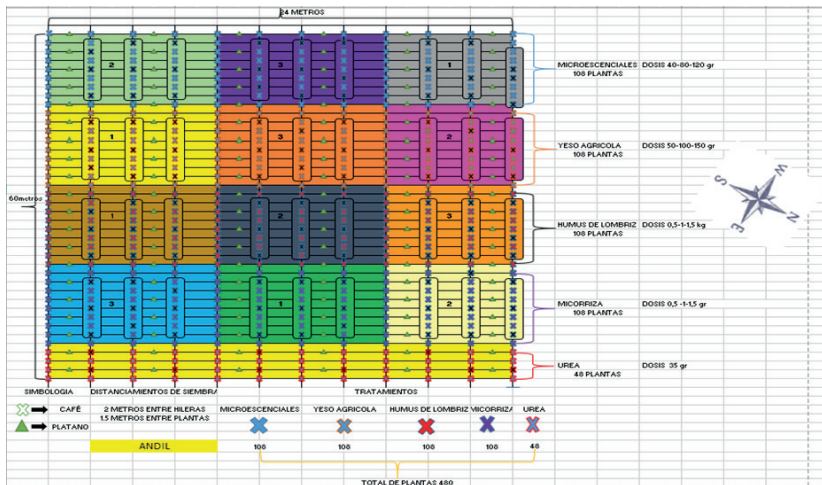
- nephora Pierre ex Froehner*. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas. El Cerrillo: Campus Universitario.
- Smart Fertilizer Management. (2019). Enfermedades de plantas y nutrición mineral. Obtenido de smart-fertilizer Management: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/plant-disease-mineral-nutrition>
- Smart-fertilizer.com. (2017). Fertilización con materia orgánica. Obtenido de <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/organic-matter>
- Valencia, G. (2015). Fisiología, nutrición y fertilización del café. Obtenido de: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/0ae8c9d4887c66dd05257a6a00759a32/\\$FILE/Fisiologiacafeto.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/0ae8c9d4887c66dd05257a6a00759a32/$FILE/Fisiologiacafeto.pdf)
- Vanegas, F. (14 de enero de 2019). Producción de café en Manabí-Ecuador sigue en crecimiento. Recuperado el 8 de octubre de 2021, de Yoamoelcafédecolombia: <https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2019/01/14/produccion-de-cafe-en-manabi-ecuador-sigue-en-crecimiento/>
- Vanegas, F. (31 de agosto de 2016). *El suelo óptimo para el cultivo de café*. Obtenido de Coffea Media: <https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2016/08/31/el-suelo-optimo-para-el-cultivo-de-cafe/>
- Velásquez, R. (2016). *Guía de variedades de café, Guatemala*. Asociación Nacional del Café, Anacafé, 48. Obtenido de <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%A9Da-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Virginio, E. (2017). Cafetales sanos, productivos y ambientalmente amigables. Guía para trabajo con familias productoras. CATIE-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- World Coffee Research. (2018). Las variedades de café arábica. Un catálogo global de variedades que abarca: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, Kenia, Malawi, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana, Rwanda, Uganda, Zambia, Zimbabue. World Coffee Research.



## 1.2. Presupuesto

Actividad	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Elaboración de proyecto	unidad	1	\$ 80,00	\$ 100,00
Urea	Saco	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Micorriza	Saco	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Humus de lombriz	Saco	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Micro esencial	Saco	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Yeso agrícola	Saco	1	\$ 40,00	\$ 40,00
Piolas	Unidad	2	\$ 6,00	\$ 6,00
Aplicación de tratamientos	jornal	10	\$ 15,00	\$150,00
Deshierba manual	jornal	6	\$15,00	\$ 90,00
Borrador de trabajo de titulación	unidad	1	\$20,00	\$ 20,00
Correcciones de trabajo de titulación	unidad	4	\$ 5,00	\$ 20,00
Empastados	unidad	2	\$ 15,00	\$ 30,00
CD con trabajo de titulación	unidad	4	\$ 2,00	\$ 8,00
<b>Total</b>			<b>USD</b>	<b>549,00</b>

## 1.3. Croquis de campo



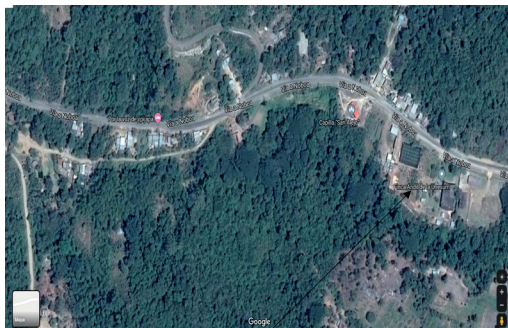
### 1.4. Fotos de desarrollo de la investigación croquis de campo



## 1.5. Ubicación del cantón Jipijapa

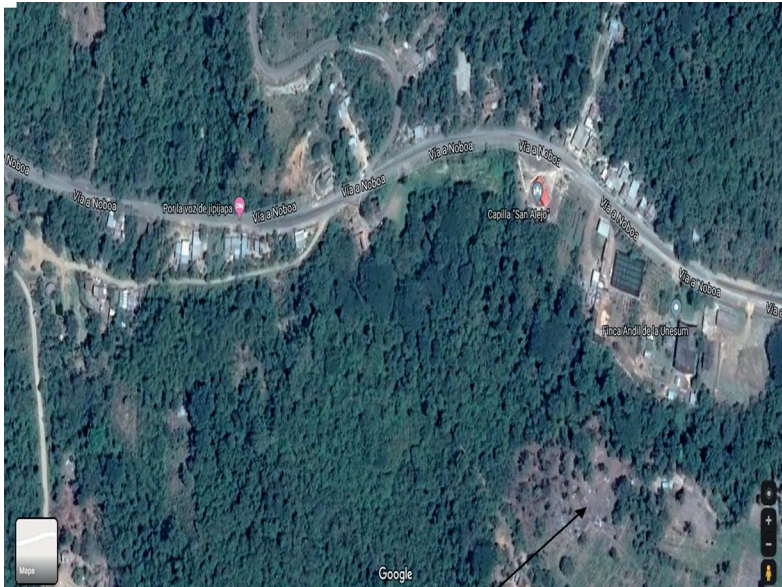


## 1.6. Lugar donde se desarrolló la investigación de campo



Lugar donde se desarrolló la investigación de campo

## 1.7. Ubicación experimentación



**Lugar donde se desarrolló el proceso experimental de campo**

## 1.8. Análisis de propiedades físicas del suelo en campo (textura, permeabilidad, velocidad de infiltración, tensión de humedad del suelo)



## 1.9. Análisis de suelo en laboratorio INIAP-Pichilingue

	<b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24 Quevedo - Ecuador Telef. 052 783044 suelos.rep@iniap.gob.ec
---	---

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : MERCHAN RODRIGUEZ JEFFERSON Dirección : MANABI / JIPIJAPA Ciudad : JIPIJAPA Teléfono : 0978867513 Fax : jette201594@gmail.com		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Finca Experimental de Andil Provincia : Manabi Cantón : Jipiapa Parroquia : 24 de Mayo Ubicación :		<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : Café N° Reporte : 8256 Fecha de Muestreo : 08/04/2021 Fecha de Ingreso : 27/04/2021 Fecha de Salida : 13/05/2021	
--	--	---	--	--	--


N° Muest.	Datos del Lote			pH	ppm					ppm					
	Identificación	Area			NH <sub>4</sub> -N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
102766	Esan Ortiz			6,8	14	30	1,27	14	5,5	8	0,9	4,7	76	10,3	0,79



La muestra será guardada en el Laboratorio  
por tres meses, tiempo en el cual se aceptarán  
reclamaciones en los resultados

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH				pH		Chem Modificado
MAR = Muy Acido	LAR = Ligero Acido	LAL = Ligero Alkalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	S.P.B	N.P.K.Ca.Mg.Cu.Fe.Mn.Zn
AR = Acido	PN = Poco Neutro	MAA = Medio Alkalino		M = Medio	S	Fosforo de Calcio Murchisona
MAR = Medio Acido	N = Neutro	AL = Alkalino		A = Alto	K.Ca.Mg.Cu.Fe.Mn.Zn	RS

  
RESPONSABLE DEPTO. SUELOS Y AGUAS

  
RESPONSABLE LABORATORIO





ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"  
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS  
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24  
Quevedo - Ecuador Telef. 052 783344 suelos.etp@iniap.gub.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: MERCHAN RODRIGUEZ JEFFERSON	Nombre	: Finca Experimental de Andil	Cultivo Actual	: Café
Dirección	: MANABI / JIPIJAPA	Provincia	: Manabi	N° de Reporte	: 8256
Ciudad	: JIPIJAPA	Cantón	: Jipijapa	Fecha de Muestras	: 08/04/2021
Teléfono	: 0978867513	Parroquia	: 24 de Mayo	Fecha de Ingreso	: 27/04/2021
Fax	: jefre201594@gmail.com	Ubicación	:	Fecha de Salida	: 13/05/2021

N° Muestr.	mg/100ml			dSm (pH)		Ca	Mg	Ca+Mg mg/100ml		pH	ppm	Textura (%)			Clase Textural	
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.			Mg	K			K	Σ Bases	Humedad		Cl
102766					2,2 B	2,5	4,33	15,35	20,77	56,00			22	44	34	Francoso-Arcilloso



La muestra será guardada en el laboratorio  
por tres meses. Tiempo en el que se aceptan  
reclamaciones en los resultados

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

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Absorción de Seda

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

*[Signature]*  
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

*[Signature]*  
RESPONSABLE LABORATORIO



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS  
Km. 3 Carretera Quevedo - El Empulze, Apartado 24  
Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 sualos.ets@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	MERCHAN RODRIGUEZ JEFFERSON	Nombre :	Finca Experimental de Anál	Cultivo Actual :	Café
Dirección :	MANABI / JIPIJIPA	Provincia :	Manabi	N° de Reporte :	8256
Ciudad :	JIPIJIPA	Cantón :	Jipijipa	Fecha de Muestras :	08/04/2021
Teléfono :	0978607513	Parroquia :	24 de Mayo	Fecha de Ingreso :	27/04/2021
Fax :	096201594@gmail.com	Ubicación :		Fecha de Salida :	14/05/2021

N° Muest.	mg/100ml			dS/m (%)		Ca	Mg	Cr-Mg	mg/100g	g/cm3	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	AP-H	Al	Na	C.E.	M.O.							Mg	K	K	
10276				2,2		2,5	4,03	15,35	20,77	1,07		22	44	34	Franco-Arilloso

INTERPRETACION			
AP-H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NB = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig Salino	MS = Muy Salino	N = Medio
T = Toxic			A = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
BAE = Relación de Absorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductividad
M.O. = Tinción y Volumen (Shel)
AP-H = Tinción con NaOH

*X. W. Macías*  
RESPONSABLE DEPTO. SUELOS Y AGUA

RESPONSABLE LABORATORIO

## 1.10. Establecimiento de genotipos de café en sitio definitivo



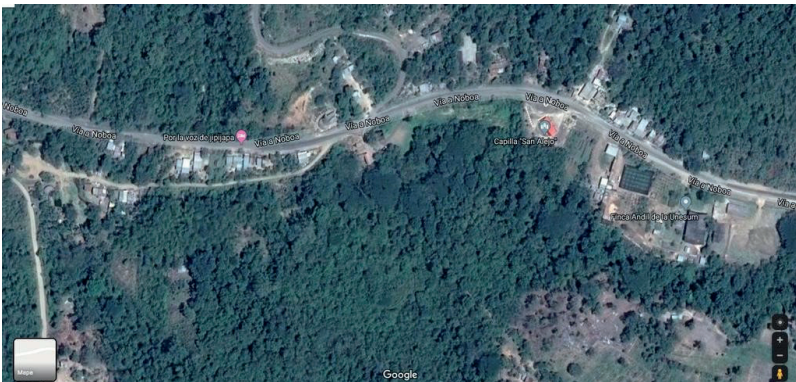
### 1.11. Recolección de datos morfológicos del cultivo



## 1.12. Aplicación de riego al cultivo



## 1.13. Ubicación donde se llevó a cabo la investigación





### 1.15. Presupuesto

Actividad	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Elaboración del proyecto	Unidad	1	\$70,00	\$70,00
Urea	Saco	1	\$30,00	\$30,00
Humus de lombriz	Saco	1	\$10,00	\$10,00
Yeso agrícola	Saco	1	\$40,00	\$40,00
Rótulos	Unidad	3	\$7,00	\$21,00
Clavos	Libra	2	1,00	\$2,00
Piolas	Unidad	1	\$5,00	\$5,00
Deshierba manual	Jornal	4	\$12,00	\$48,00
Borrador del trabajo de titulación	Unidad	1	\$18,00	\$18,00
Correcciones de trabajo de titulación	Unidad	5	\$5,00	\$25,00
CD con trabajo de titulación	Unidad	4	\$2,00	\$4,00
Empaste del trabajo	Unidad	2	\$15,00	\$30,00
<b>Total</b>				<b>\$ 303,00</b>

### 1.16. Cronograma de actividades

2021																								
Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semanas																								
Elaboración del anteproyecto	X	X																						
Presentación del anteproyecto		X																						
Aprobación del anteproyecto			X	X	X																			
Inicio del experimento					X	X	X																	
Visita al campo de estudio							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
Toma de datos								X			X			X					X					
Tabulación de datos																			X	X				

Presentación del primer borrador al tutor																					X			
Corrección final de la tesis																						X		
Asesoramiento del director de tesis de grado																							X	
Asesoramiento de los miembros del tribunal																								X
Presentación del documento final																								X

**1.17. Evidencias de desarrollo del experimento. Trazado del terreno**





## 1.18. Fertilización del hoyo antes del trasplante de las plántulas de café



## 1.19. Selección de las variedades para el trasplante



## 1.20. Siembra del cafeto



## 1.21. Identificación de las plantas de café



## 1.22. Toma de datos de las variables de café













### 1.23. Fertilización del café



**TOMO 2**

**Estrategias para el manejo  
sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita  
UNESUM 2022**

**Capítulo**

**II**

# Producción Cafetalera



## **2.1. Respuesta productiva del café arábigo Sarchimor 4260 (*Coffea arabica* L) a diferentes fuentes de fertilización**

### **Resumen**

La investigación plantea la respuesta productiva del café arábigo Sarchimor 4260 (*Coffea arabica* L) a diferentes fuentes de fertilización, y para esto valoró el comportamiento morfológico y productivo del café arábigo Sarchimor 4260 en etapa productiva, además de determinar la relación beneficio costo de los tratamientos estudiados. Se aplicó una metodología experimental, apoyada por el ANOVA en diseño factorial más uno, en el que se consideraron 13 tratamientos sumando al testigo local. El factor A correspondió a las fuentes de fertilización, con 4 niveles; humus de lombriz (HL), micorriza (MZ), yeso agrícola (YA) y micro esenciales (ME), y el factor B las dosis, en las que se probaron 3 dosis de cada tratamiento. Los resultados alcanzados, determinaron a nivel morfológico (altura de planta, diámetro de tallo, número de nudos por ramas, longitud de hoja y diámetro de hojas), que la MZ en dosis de 0,5 g/planta, más 25 g urea, HL en dosis de 50 y 150 g/planta, más 25 g urea y el YA en dosis de 50 y 100 g más 25 g de urea, fueron los mejores. Los resultados productivos, sustentados en las variables: peso de 100 frutos maduros en g, peso de la producción/planta, rendimiento a café oro kg/ha, y rendimiento a café oro qq/ha, plantearon como mejores tratamientos HL en dosis de 50 g/planta más 25 g urea y al YA en dosis de 50 g/planta más 25 g de urea; la relación beneficio costo, establece como mejores tratamientos al HL en sus dosis 50 y 150 g/planta más 25 g urea, seguido por los 3 tratamientos de YA, y el tratamiento uno de MZ en dosis de 0,5 g más 25 g urea/planta. Concluyendo en que es oportuno el uso de abonos orgánicos, particularmente en cultivos perennes como el café, y más aún cuando los análisis de suelo determinen deficiencia de materia orgánica.

## Introducción

La Organización Internacional de Café (2019), indica que hoy en día el café se produce comercialmente en más de 50 países y en el mundo se toman más de tres mil millones de tazas al día, uno solo o con la familia, los amigos y los colegas, sentado o andando, en casa o en cafeterías e incluso en el espacio ultraterrestre. Millones de cultivadores de café, la mayor parte agricultores en pequeña escala, aumentaron la producción un 50% en estas dos últimas décadas. Los países productores de café todavía exportan la mayor parte de lo que producen y ganan alrededor de USD 20 mil millones en ingresos de exportación al año. Se calcula que los ingresos anuales del sector cafetero en su totalidad rebasan los USD 220 mil millones, más de 11 veces el valor de las exportaciones que reciben los países productores.

Como mínimo, 100 millones de familias dependen del café para ganarse la vida. Una cantidad sustancial de puestos de trabajo y oportunidades económicas se crean en toda la cadena de valor del café. Van desde proveedores de insumos a los agricultores hasta comerciantes, procesadores, tostadores, distribuidores, comercializadores, proveedores de embalaje y hasta los que se ocupan de la eliminación y reutilización o reciclaje de los residuos de café. El café es un mercado en crecimiento. En todo el mundo el número de consumidores sigue aumentando y el consumo está creciendo de forma constante a una sólida tasa anual del 2,2% (<http://www.ico.org>, 2019).

En Ecuador está sucediendo un fenómeno contrario a lo expuesto por la OIC, de acuerdo a ANECAFE, las exportaciones de café y sus elaborados como son café en grano, tostado y molido e industrializado registraron a octubre del 2019 una nueva tendencia a la baja como ha venido aconteciendo durante los últimos 7 años y se observa desde el 2013. En los primeros 10 meses del año las exportaciones fueron de USD 59,9 millones frente a USD 81,01 millones registrados en el 2018, representando una disminución de USD 21,1 millones en generación de divisas. Si comparamos las exportaciones del año 2012 que fueron de USD 273.9 millones frente a las exportaciones registradas en este año que está por concluir de USD 59.9 millones representan una drástica disminución de las exportaciones y en generación de divisas por un valor de USD 214 millones, lo que evidencia que nuestro sector exportador de café se ha reducido de forma dramática en un -78% con la consecuente afectación y disminución de las operaciones en el sector industrial y en nuestros exportadores de café en grano (<https://www.anecafe.org.ec>, 2019).

Manabí es una de las provincias de mayor producción cafetalera del país, con alrededor del 40% del total de sacos de 60 kg producidos a nivel nacional. Según el III Censo Agropecuario del año 2000 existe en la provincia alrededor de 100.000 hectáreas sembradas de café, 60.000 en cultivo solo y 40.000 en cultivo asociado, en Manabí existen actualmente alrededor de 70.000 hectáreas. Las zonas de mayor producción de café en la provincia de Manabí se concentran principalmente en los cantones Jipijapa, Portoviejo, Olmedo, 24 de mayo, Paján y Santa Ana, aunque existen pequeños cultivos a lo largo de casi toda la provincia (<http://www.manabi.gob.ec>, 2020).

La fertilización busca mantener o aumentar la materia orgánica, nutrientes en el suelo y la resistencia de las plantas a condiciones de estrés como la incidencia de plagas, enfermedades, y sequías (Bedoya *et al.*, 2014).

Por otro lado, Sadeghian (2008), manifiesta que actualmente los productores de café se enfrentan a un mercado mundial cada vez más competitivo, se hace prioritario revisar los factores que afectan la rentabilidad del cultivo, entre los cuales se incluye el costo de los fertilizantes, cuyas continuas alzas han generado preocupación en Colombia, pues la participación de la fertilización en los costos totales de producción ha pasado de 10 a 20%, en los últimos dos años.

Antes de realizar la fertilización del café, debes saber qué nutrientes necesitan tus plantas y en qué cantidad. En términos generales, las investigaciones han demostrado que por cada 100 arrobas (1.250 kilos) de café pergamino seco que se producen por hectárea al año, el cultivo extrae: 60 kg de nitrógeno, 20 kg de fósforo y 60 kg de potasio. Por ejemplo: si tu cultivo de café produce anualmente 400 arrobas de café pergamino seco por hectárea, se van a necesitar 240 a 300 kg de nitrógeno, 80 kg de fósforo y 240 a 260 kg de potasio por hectárea al año (<https://quecafe.info>, 2019).

En cambio, los cultivos que producen 100 arrobas de café o menos por hectárea al año, no requieren la aplicación de fertilizantes. Es el caso de cultivos con baja densidad de siembra, o sembrados bajo condiciones de mucha sombra o sembrados en suelos poco productivos. También es el caso de los cafetales envejecidos en los que la producción de café es muy baja. En resumen, la fertilización del café depende de: la producción potencial de café pergamino seco que se puede llegar a obtener en unas determinadas condiciones de clima y suelo. De la densidad de siembra, es decir, del número de plantas de café sembradas por hectárea (<https://quecafe.info>, 2019).

Fernández (2009), indica que los abonos orgánicos son un conjunto de materiales biodegradables ricos en bacterias nitrificantes y microorganismos activos que permiten una mayor disponibilidad de micro y macronutrientes 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. Aguilar *et al.* (2016), indicaron que la aplicación de materia orgánica a los suelos agrícolas aumenta la actividad de las fosfatasa al estimular la biomasa microbiana y la secreción de las raíces. La fosfatasa ácida es influenciada por la fisiología de la planta y el suministro de P inorgánico, su actividad disminuye con la edad y aumenta cuando hay deficiencia de P. El reciclaje de los desechos sólidos biodegradables en la producción de abonos orgánicos usados en la agricultura tropical, es una alternativa viable. Los residuos que pueden ser transformados en abonos orgánicos, a través de técnicas de fermentación aeróbica, son el compostaje, el bocashi y el lombricompostaje.

El cultivo de café se encuentra dentro de las principales actividades agrícolas que se realiza en el Ecuador, debido a su importancia económica y social en la generación de divisas y empleo. (PRODUCTOR, 2017). Al igual que en los demás países cafetaleros, la producción de café es una actividad familiar que demanda mucha mano de obra y genera empleo rural y urbano, pues a las jornadas en el campo se suman aquellas necesarias para los procesos de comercialización, transporte, preparación del grano para la exportación e industrialización (Patiño, 2002).

Una de las prácticas que contribuye con un óptimo crecimiento al logro del máximo potencial productivo en el cultivo del café es la fertilización. Esta labor puede realizarse mediante un plan ajustado a los resultados de los análisis de suelos o a través de un plan de abonamiento general. Cualquiera que sea la alternativa seleccionada, el éxito de la misma depende en buena medida de la oportunidad y la pertinencia con la que se lleve a cabo, aspecto que involucra los otros componentes que interactúan en el aprovechamiento de los nutrientes por el cultivo, como son el tipo de suelo, la edad de la planta, el estado de desarrollo del cultivo, así como la disponibilidad de agua en el suelo y de radiación solar (González *et al.*, 2014).

El objetivo de la agricultura orgánica no es solo lograr que no se empleen sustancias auxiliares de producción, tales como agroquímicos, o que dichos productos sean sustituidos por otros que estén admitidos en la agricultura ecológica (Aguilar *et al.*, 2016). La agricultura orgánica se desarrolló en base a diversas ideologías, modos de pensar y motivaciones de política agraria. Estas corrientes tienen una meta en común, lograr un método de producción

agrícola que pueda producir alimentos sanos cuidando al máximo posible los ecosistemas naturales.

En la investigación se plantea la utilización de una gama de combinaciones entre abonos orgánicos y fertilizantes químicos, aplicando las dosis que se utilizan de manera común, a las que se les realiza un incremento y una reducción, a fin de establecer la dosis adecuada. Las investigaciones aportan directamente a la economía del productor de café, indistintamente de su tamaño, y de manera particular al cuidado ambiental, propiciando utilización de abonos orgánicos, a fin de fomentar una producción ecológica y sana para el suelo y su manejo sostenible.

Manabí es productor por excelencia de café arábigo, especialmente en la zona sur, donde destaca el cantón Jipijapa, sin embargo, la producción en los últimos años se ha venido a menos, las causas pudieran ser diversas, y podríamos mencionar aspectos que van desde los bajos precios, hasta la baja productividad; en este análisis se aborda los de este último aspecto, las causas son diversas: presencia de plagas y enfermedades, manejo inadecuado, variedades susceptibles a roya, y por supuesto el ineficiente manejo del suelo cafetalero.

Ante la amplia perspectiva de este análisis, la investigación se aplica a la problemática del suelo y su inadecuado manejo nutricional, considerando a este aspecto como uno de los que más inciden en la baja productividad del cultivo de café; y es que nuestro productor por ambigüedad o conocimiento empírico solo aplica urea, y nunca realiza análisis de suelo.

Situación preocupante, más cuando sabemos que nuestras familias campesinas son parte de los 25 millones de personas que viven en los trópicos dependen del café como medio de subsistencia. Este cultivo es el soporte económico de muchos países y el segundo producto más comercializado del mercado mundial, después del petróleo (Ecocafesal, 2009). No es posible exagerar la importancia del café en la economía mundial. El café es uno de los productos primarios más valiosos (Figueroa *et al.*, 2015).

### **Metodología utilizada**

La investigación se desarrolla en la finca experimental de Andil, perteneciente a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicada en el kilómetro 5 de la vía que conduce a la parroquia Noboa del cantón 24 de Mayo.

Veinticuatro de Mayo es un cantón de la provincia de Manabí en Ecuador, tiene una población de 28.846 habitantes.



**Superficie:** 524 km<sup>2</sup>

**Alcalde:** Elicro Duval Valeriano Ponce

**Capital:** Sucre

**Coordenadas:** 1°16'44"S 80°25'12"O / -1.27888889, -80.42

**Idioma oficial:** español

**Altitud** : media 242 m s. n. m.

### **Límites**

**Al norte:** con el cantón Santa Ana

**Al sur:** con el cantón Paján

**Al este:** con los cantones Santa Ana y Olmedo

**Al oeste:** con el cantón Jipijapa

En la actualidad el cantón 24 de Mayo está subdividido en una parroquia urbana y tres rurales, distribuidos de la siguiente manera:

**Urbana:** Sucre (cabecera cantonal)

**Rurales:** Bellavista, Arquitecto Sixto Duran Ballén y Noboa

### **Materiales**

Entre los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación, destacan: machetes, piolas, rótulos, pesa gramera, flexómetro, calibrador vernier, escalímetro, libreta de apuntes, esferos, grapadoras.

Los insumos empleados en la investigación son: fertilizantes químicos (urea, micro esencial, y fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, yeso agrícola, micorrizas).

### **Métodos**

Se aplicó el método de investigación explicativo, respaldado estadísticamente por la aplicación de un diseño experimental.

### **Tratamientos**

Los tratamientos surgen a partir de la interacción de los factores de estudio, los cuales son:

## **Factor A: Tipos de fertilización**

### **Niveles**

A1: Micorriza

A2: Humus de lombriz

A3: Yeso agrícola

A4: Micro esencial

A5: Testigo (urea)

## **Factor B: Dosis**

### **Niveles**

B1: Dosis 1

B2: Dosis 2

B3: Dosis 3

El cuadro que a continuación se presenta, describe los tratamientos de interacción de los factores, con sus respectivos niveles. El total de tratamientos es trece.

**Tabla 2.1.**

*Tratamientos de la investigación.*

Tratamientos	Nomenclatura	Factor A. Tipos de fertilizantes	Factor B. Dosis de aplicación
1	A1 X B1	Urea - Micorriza	0,5 g/planta+25 g urea /planta
2	A1 X B2	Urea - Micorriza	1,0 g/planta+25 g urea/planta
3	A1 X B3	Urea - Micorriza	1,5 g/planta+25 g urea/planta
4	A2 X B1	Urea - Humus de lombriz	0,5 kg/planta+25 g urea/planta
5	A2 X B2	Urea - Humus de lombriz	1,0 kg/planta+25 g urea/planta
6	A2 X B3	Urea - Humus de lombriz	1,5 kg/planta+25 g urea/planta
7	A3 X B1	Urea - Yeso agrícola	50 g/planta+25 g urea/planta
8	A3 X B2	Urea - Yeso agrícola	100 g/planta+25 g urea/planta
9	A3 X B3	Urea - Yeso agrícola	150 g/ planta+25 g urea/planta
10	A4 X B1	Urea - Micro esencial	40 g/planta+25 g urea/planta
11	A4 X B2	Urea - Micro esencial	80 g/planta+25 g urea/planta
12	A4 X B3	Urea - Micro esencial	120 g/planta+25 g urea/planta
13	A5 X B1	Testigo local urea	25 urea/planta

Es oportuno indicar que se realizó un análisis de suelo en el área del experimento, donde se estableció que el suelo es franco arcilloso, con un pH ligeramente ácido (6,5%), con un contenido medio de nitrógeno, y con niveles altos de P y K, y con un nivel de apenas 2,5% de materia orgánica, lo cual es considerado bajo. Estos resultados motivaron los tratamientos planteados.

### **Diseño experimental**

El diseño experimental que se utilizó es bloque al azar en arreglo factorial 4 x 3 + 1, siendo este último el testigo local.

El modelo matemático es el siguiente (Gabriel *et al.*, 2017):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + d_j + dk + dd_{jk} + e_{jkl}$$

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta en la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = Media general de la variable de respuesta

$\beta_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima repetición

$d_j$  = Efecto de la  $i$ -ésima factor

$dk$  = Efecto del  $i$ -ésima nivel

$dd_{ijk}$ =Efecto de la interacción de factores

$e_{jkl}$ = Error experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental

### Características del experimento

**Tabla 2.2.**

*Delineamiento experimental.*

<b>Delineamiento experimental</b>	
Unidades o parcelas experimentales	: 39
Número de repeticiones	: 3
Número de tratamientos	: 13
Número de plantas por unidad experimental	: 36
Número de plantas evaluadas en parcela útil	: 10
Distancia entre hileras	: 2 m
Distancia entre plantas	: 1,5 m
Distancia entre repeticiones	: 2 m
Longitud de parcela	: 18 m
Ancho de parcela	: 8 m
Área total de la parcela	: 144 m <sup>2</sup> (18 m x 8 m)
Área total del ensayo	: 1440 m <sup>2</sup> (60 m x 24 m)

### Análisis estadísticos

De acuerdo al análisis estadístico expuesto en el diseño experimental, se aplicó el siguiente análisis de varianza:

**Tabla 2.3.**

*Análisis de varianza.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repetición	2
Factor A	3
Factor B	2
Interacción A x B	6
Testigo vs resto	1
Error	25
Total	39

## Análisis funcional

La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

## Coefficiente de variación

El coeficiente de variación se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$C. V. \% = \frac{\sqrt{CME}}{X} \times 100$$

Análisis de correlación de variables

Se procedió a realizar los análisis de correlación entre las variables de respuesta correspondientes. Para los mencionados procedimientos se realizará el análisis de correlación de Pearson (Gabriel *et al.*, 2017).

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

Donde:

r = Coeficiente de correlación de Pearson

$S_{xy}$  = Covarianza entre las variables x e y

$S_x$  = Desviación estándar de la variable x

$S_y$  = Desviación estándar de la variable y

## Variables a ser evaluadas

Evaluar el comportamiento agronómico del café arábigo Sarchimor 4260 en etapa productiva utilizando fertilizantes químicos y orgánicos.

**Altura de planta.** Se tomó este dato considerando desde el ras del suelo hasta el último par de hojas antes de llegar al brote del ápice. Se utilizará un flexómetro.

**Diámetro de tallo.** Se tomó el dato a 10 cm del suelo. Se empleará un calibrador Vernier o pie de rey.

**Diámetro de copa.** Se contabilizó esta variable con la ayuda de una cinta métrica o flexómetro tomando las ramas del tercio medio de la planta.

**Número de ramas.** Se contabilizó el número de ramas por cada repetición consideradas útiles por el tratamiento y previamente marcadas.

**Diámetro de hoja.** Se midió el diámetro de las hojas por tratamiento y repetición.

**Longitud de hojas.** Se midió la longitud de las hojas por tratamiento y repetición, se utilizó un flexómetro.

**Tamaño del ápice de hojas.** Se midió el ápice de la hoja con un flexómetro.

**Número de nudos por rama.** Se contabilizó el número de nudos por rama.

Evaluar el comportamiento productivo del café arábigo Sarchimor 4260 utilizando fertilizantes químicos y orgánicos.

Las variables analizadas en este objetivo son las siguientes:

- Peso de 100 frutos maduros. En gramos (usando balanza de precisión).
- Peso de la producción/planta (suma de las recolecciones). Usando balanza gramera.
- Peso del café pergamino seco/planta. Usando balanza gramera.
- Conversión café cereza café oro. Se divide el resultado de café pergamino para el café cereza.
- Rendimiento a café oro kg/ha. Usando balanza gramera, y proyectando la producción de una planta, multiplicando al total de plantas por hectárea.
- Rendimiento a café oro qq/ha. Se obtiene de la producción proyectada, de una planta por hectárea.
- Determinar la relación beneficio costo de los tratamientos estudiados.
- Se tomaron datos de costos fijos y variables, así como de productividad, estableciendo de esta manera los ingresos. El procedimiento para la obtención de la relación beneficio costo, sugiere la división del ingreso para el egreso, el resultado nos determinará el beneficio neto por cada dólar invertido.
- La variable económica a analizar es la relación beneficio costo.

## Manejo específico de la investigación

**Aplicación de fertilizantes.** Se efectuó al final del invierno, una fertilización con cada uno de los productos químicos y orgánicos (urea, micorriza, humus de lombriz, yeso agrícola y micro esencial) con las medidas determinadas en el ensayo.

**Control de maleza.** El control de malezas se efectuó de forma manual. Es oportuno indicar que el ensayo es parte de una investigación de la UNESUM, que tiene 2 años establecidos, y será la primera cosecha. El control de maleza es cada 6 meses, o cuando el cultivo lo requiere.

**Riego.** Se lo efectuó en función de la necesidad del cultivo, y cuando la situación lo amerite, de acuerdo a las condiciones edafológicas y climáticas se lo realizó de forma manual.

**Manejo técnico.** El cultivo es llevado de manera técnica, efectuando controles periódicos.

**Toma de datos.** Los datos se tomaron durante la época de cosecha, y en el tiempo que el cultivo lo ameritó. Los aspectos productivos se tomaron con la rigurosidad científica que la investigación lo requería, siguiendo los protocolos recomendados para su efecto.

**Tabulación de datos.** Los datos tomados en el campo se tabularon en Excel, para luego aplicarlos al software estadístico Infostat; obteniendo de esta manera los respectivos resultados que permitieron establecer las conclusiones y recomendaciones de los objetivos planteados dentro de la investigación, dando repuesta a la hipótesis.

## Resultados experimentales

Los datos tomados en el campo fueron tabulados en Excel, y posteriormente se trasladaron al software estadístico Infostat, para la realización de los diseños experimentales planteados.

Sin embargo, para la aplicación del diseño experimental propuesto, fue necesario primero realizar un análisis de datos, a fin de establecer la normalidad de los mismos (Tabla 2.4), y con esto justificar el uso de estadística paramétrica.

**Tabla 2.4.**

*Análisis de normalidad de datos.*

Variable	Media	CV	Mín.	Máx.	Asimetría	Kurtosis
Altura de planta	0,87	28,94	0,44	1,31	-0,01	-1,2
Diámetro de tallo	1,6	29,98	0,8	2,9	0,48	-0,18
Diámetro de copa	0,75	35,2	0,34	1,39	0,51	-0,83
Números de ramas raíz	6,18	22,91	3,37	10,25	0,2	0,25
Diámetro de hoja	6,08	12,81	4,17	7,1	-0,61	-0,55
Longitud de hoja cm	14,59	10,75	11,06	17,29	-0,39	-0,74
Tamaño del ápice de la hoja	4,8	13,29	3,46	6,11	0,17	-0,53
N.º de nudos por rama	7,99	22,9	4,62	12	0,02	-0,77

**Elaborado por:** María Fernanda León.

**Tabla 2.5.**

*Prueba de Kolmogórov-Smirnov.*

Variables	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Altura de planta	0,092	39	0,200
Diámetro de tallo	0,138	39	0,061
Diámetro de copa	0,134	39	0,077
Números de ramas raíz	0,102	39	0,200
Diámetro de hoja	0,097	39	0,200
Longitud de hoja cm	0,120	39	0,171
Tamaño del ápice de la hoja	0,137	39	0,064
N.º de nudos por rama	0,089	39	0,200

**Elaborado por:** María Fernanda León.

Como se pudo observar en la tabla 2.4, los datos siguen una curva normal, tanto a nivel de asimetría como de kurtosis, y en el análisis de la varianza, la prueba de Kolmogórov-Smirnov (Tabla 2.5), establece que en todas las variables hay normalidad (Sig. > 0,05) lo que motivo la aplicación del diseño estadístico propuesto en la metodología.

A continuación, se presentan los resultados en función a los objetivos planteados en el experimento.



Evaluar el comportamiento morfológico del café arábigo Sarchimor 4260 en etapa productiva a diferentes fuentes de fertilización, implicó el análisis de varias variables dependientes y que están relacionadas con la respuesta morfológica del cultivo, frente a la influencia de diversas fuentes de fertilización; las variables estudiadas son: altura de planta “AL”, diámetro de tallo “DT”, diámetro de copa “DC”, número de ramas “NR”, longitud de hoja “LH”, diámetro de hoja “DH”, tamaño de ápice de hojas “TAH”, número de nudos por rama “NNR”.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, una vez realizado el análisis de tabla siguiente:

**Tabla 2.6.**

*Cuadrado medios de variables varianza de tipo factorial.*

Cuadrados medios									
F.V.	gl	AP	DT	DC	NR	DH	LH	TAH	NNR
Repetición	2	0,05	0,28	0,01	1,04	0,42	0,37	0,29	0,0037
Tratamiento	12	0,14	0,45	0,17	4,11	1,49	6,89	0,82	8,8
Factor A	3	0,18**	0,95**	0,28*	6,37**	2,07**	4,46**	1,91**	3,05**
Factor B	2	0,19**	0,38*	0,15	4,42*	1,13*	15,53**	0,5	18,01**
Factor A *factor B	6	0,08*	0,14	0,14	0,53	1,56**	6,1**	0,44	8,34**
Tratamientos vs. testigo	1	0,34**	0,93**	0,09	1,09**	0,01	1,68	0,44	10,32**
Error	24	0,03	0,14	0,07	1,04	0,22	0,42	0,21	0,9
Total	38								
CV		17,45	21,42	35	16,45	7,01	4,43	9,57	11,89

*\*Significativo*

*\*\* Altamente significativo*

**Altura de planta.** El análisis determina interacción entre factores, el resultado obtenido en el análisis estadístico determina diferencias estadísticas entre tratamiento lo que motivo la aplicación de la prueba de significación de Tukey al 5%; la figura 2.1, muestra el comportamiento de cada uno de los tratamientos.

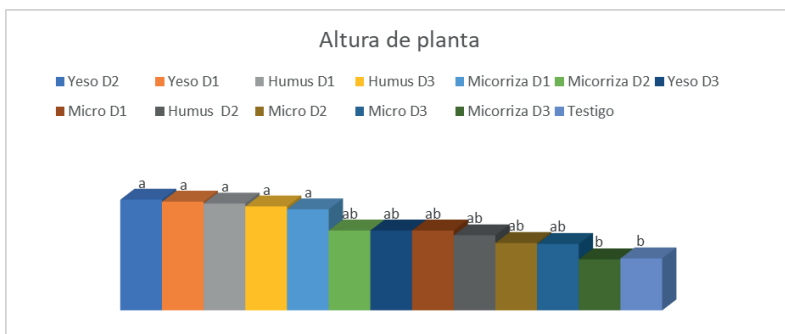
Es apreciable que los factores A y B, cuentan con alta significación, sin embargo, el factor dosis, al tener un valor de F calculada superior, expresa ser

el factor de mayor incidencia, en la variable altura de planta, determinando que la dosis de fertilizantes es importante en el desarrollo morfológico de la planta de café.

Tukey establece que los tratamientos yeso agrícola en sus dosis de 50 y 100 g/planta más 25 g de urea, el humus de lombriz en sus dosis 0,5 kg y 1,5 kg más 25 g de urea, y la micorriza en dosis de 0,5 g/planta más 25 g urea, como las de mejor respuesta a nivel de altura de planta.

**Figura 2.1.**

*Altura de planta.*

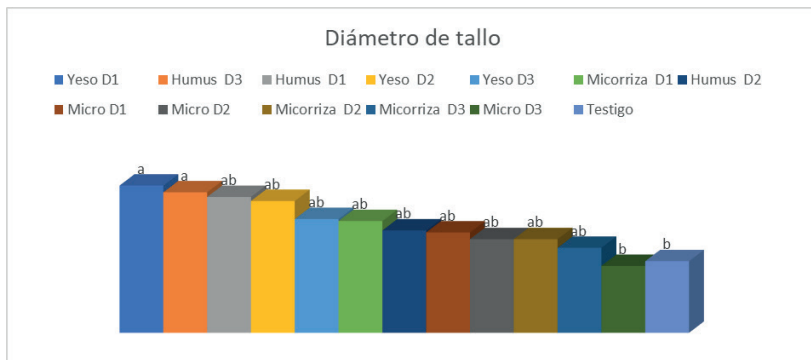


Se analizó la **variable diámetro de tallo**, el ANOVA establece que no hay diferencia significativa entre factores, motivando un análisis simple o por factores, se aprecia que el factor fertilizante es el que mayormente incide en el diámetro de tallo.

Es oportuno indicar que se efectuó la prueba de significación de Tukey al 5%, y se establece los tratamientos yeso agrícola dosis 1 (50 g más 15 g de urea/planta) y humus de lombriz dosis 3 (150 g más 25 g urea/ planta) como los de mejor respuesta (Figura 2.2).

**Figura 2.2.**

*Diámetro de tallo.*



El análisis de variable **diámetro de copa**, determina que no hay interacción entre factores, lo que motivó un análisis simple a nivel del factor fertilizantes, y mediante la prueba de Tukey se establece que el mejor tratamiento es el humus de lombriz (Tabla 2.7).

**Tabla 2.7.**

*Prueba Tukey 5 % variable diámetro de copa.*

Factor A	Medias	Significación
Humus de lombriz	0,97	A
Micorriza	0,78	ab
Yeso agrícola	0,76	ab
Micro esencial	0,54	b

El análisis de la variable **número de ramas**, determina que no existe interacción entre los factores fertilizantes y dosis, sin embargo, se observa que a nivel del factor fertilizantes sí hay significancia, motivando la aplicación de la prueba de significación de Tukey al 5%, donde se establece (Tabla 2.8), que la mejor respuesta se encuentra en los tratamientos a base de yeso agrícola y humus de lombriz.

**Tabla 2.8.**

*Prueba de Tukey al 5%, variable Número de ramas.*

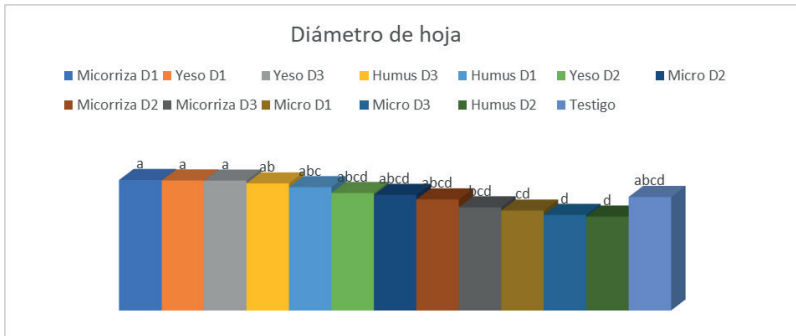
Factor A	Medias	Significación
Yeso agrícola	52,66	a
humus de lombriz	49,85	a
micorriza	36,62	ab
micro esencial	29,96	b

La variable **diámetro de hojas** presenta interacción entre factores, además el análisis de varianza determina que el factor fertilizante es el que incide mayormente, se aplicó la prueba de significación de Tukey al 5 % (Figura 2.3), donde se observa que la mejor respuesta está en la micorriza dosis de 0,5 g/planta más 25 g urea, y en yeso agrícola en dosis de 50 y 150 g más 25 g de urea/planta.

La variable **longitud de hojas**, determina interacción altamente significativa entre tratamientos, y determina que el factor que incide mayormente es el factor dosis; la aplicación de la prueba de Tukey al 5% (Figura 2.4), establece como mejores tratamientos a micorriza en dosis de 0,5 g más 25 g urea/planta, y en yeso agrícola en dosis de 50 y 100 g más 25 g de urea/planta, humus de lombriz en dosis de 150 g más 25 g urea/planta, y micro esencial en dosis de 40 g más 25 g urea/planta.

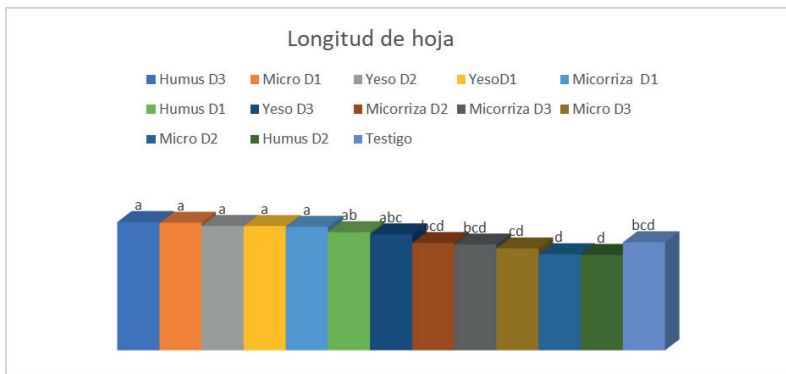
**Figura 2.3.**

*Diámetro de hoja.*



**Figura 2.4.**

*Longitud de hoja.*

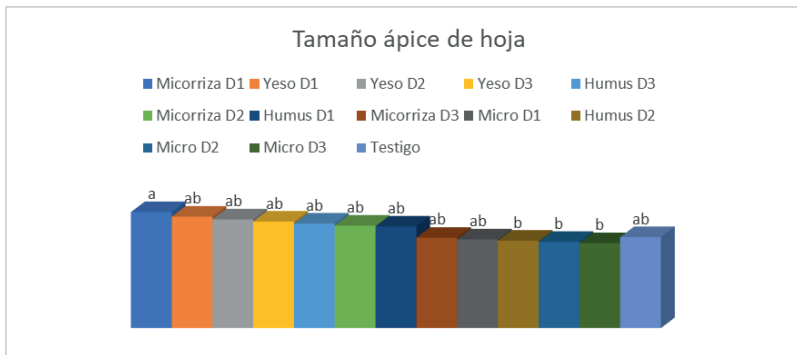


El análisis de varianza de la variable, **tamaño de ápice de hojas**, no determina interacción entre factores, sin embargo, ante un p valor de 0,09, se optó por la aplicación de la prueba de Tukey al 5% (Figura 2.5), que permite establecer diferencia estadística entre tratamientos, ubicando como el mejor a la micorriza y posteriormente al yeso agrícola y al humus de lombriz. Por otro lado, es oportuno mencionar que el factor que incide mayormente es el factor fertilizante.

La variable **número de nudos por rama** establece interacción entre factores, e indica que el factor de mayor incidencia es de dosis, la aplicación de la prueba de significación de Tukey al 5% (Figura 2.6), determina que los mejores tratamientos son: micorriza en dosis de 0,5 g más 25 g urea/planta, y humus de lombriz en dosis de 50 g más 25 g de urea/ planta, como se observa en la figura 2.6.

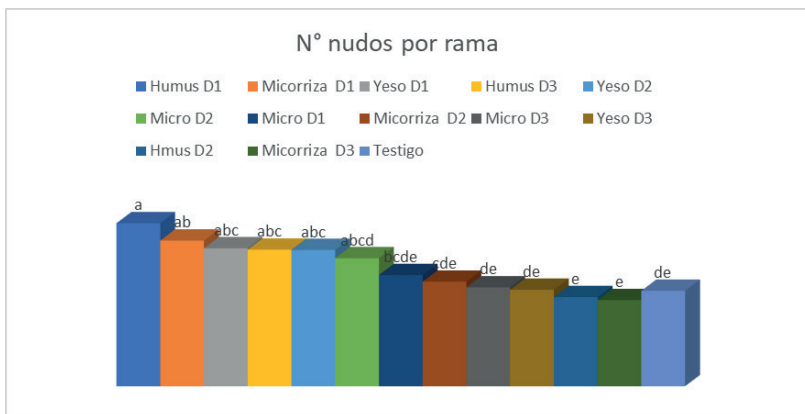
**Figura 2.5.**

*Tamaño ápice de hoja.*



**Figura 2.6.**

*Número de nudos por rama.*



Evaluar el comportamiento productivo del café arábigo Sarchimor 4260 productivo a diferentes fuentes de fertilización, se presentan resumidos en la Tabla 2.11.

Es oportuno mencionar que previo a la aplicación del ANOVA, se efectuó el análisis de normalidad de los datos, inicialmente estos no tenían una distribución normal, lo que motivo que se realizará una transformación de los mismos, aplicando para ello logaritmo. A continuación, se presentan los resultados de distribución normal y prueba de varianza, respectivamente.

**Tabla 2.9.**

*Análisis de normalidad de datos.*

Variable	Media	CV	Mín	Máx	Asimetría	Kurtosis
Peso g. 100 frutos maduros.	2,09	3,56	1,91	2,26	0,1	-0,07
Peso de la producción g/pl.	1,02	43,12	-0,15	1,74	-0,26	-0,4
Peso g 100 del café pergam.	33,4	20,68	22	52	0,87	0,71
Conversión café cereza caf.	0,58	6,46	0,48	0,65	-0,16	0,56
Rendimiento a café oro kg/.	1,24	35,39	0,08	1,96	-0,26	-0,4
Rendimiento a café oro qq/.	-0,42	105,29	-1,58	0,31	-0,26	-0,4

**Tabla 2.10.**

*Prueba de Kolmogórov-Smirnov.*

Variables	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Peso g. 100 frutos maduros	0,078	35	,200*
Peso de la producción g/planta, pergamino	0,131	35	0,136
Peso g 100 del café pergamino seco/planta	0,123	35	0,199
Conversión café cereza café oro	0,123	35	,200*
Rendimiento a café oro kg/ha sin ajuste	0,131	35	0,136
Rendimiento a café oro qq/ha sin ajuste	0,131	35	0,136

Como se pudo observar en la Tabla 2.10, los datos siguen una curva normal, tanto a nivel de asimetría como de curtosis, y en el análisis de la varianza, la prueba de Kolmogórov-Smirnov, establece que en todas las variables hay normalidad (Sig. > 0,05) lo que motivo la aplicación del diseño estadístico propuesto en la metodología.

En el análisis estadístico se consideraron las variables productivas: peso en gramos de 100 frutos maduros, peso de la producción g/planta, peso en g de 100 semillas de café pergamino, conversión café cereza a café oro, rendimiento de café oro kg/ha y rendimiento de café oro qq/ha.

**Tabla 2.11.**

*Cuadrado medios de variables.*

F.V.	gl	Peso g. 100 frutos maduros	Peso de la producción g/planta, pergamino	Peso g 100 del café perga- mino seco/ planta	Conver- sión café cereza café oro	Rendimiento a café oro kg/ ha sin ajuste	Rendimiento a café oro qq/ ha sin ajuste
Repetición	2	0,01	0,06	39,48	0,0014	0,06	0,06
Tratamiento	12	0,01	0,45	61,61	0,00089	0,45	0,45
Factor A	3	0,01	0,45**	55,45	0,00038	0,45**	0,45**
Factor B	2	0,0048	0,62**	24,3	0,00078	0,62**	0,62**
Factor A*factor B	6	0,01*	0,25**	72,34	0,0011	0,25**	0,25**
Tratamien- tos vs tes- tigo	1	0,01	1,24**	65,26	0,00078	1,24**	1,24**
Error	24	0,0034	0,05	40,21	0,0017	0,05	0,05
Total	38						
CV		2,78	19,22	35	16,45	7,01	4,43

\*Significativo

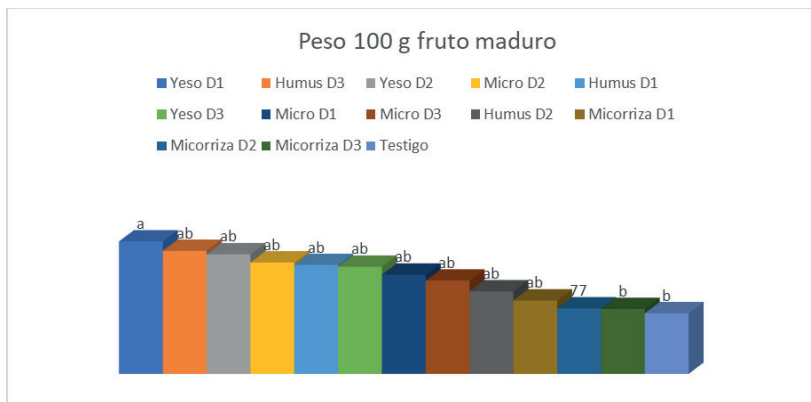
\*\* Altamente significativo

La variable **peso de 100 frutos maduros**, determina interacción entre factores, donde el factor fertilizante es el de mayor incidencia, la diferencia estadística entre tratamientos, se determinó mediante la aplicación de Tukey al 5%, siendo el mejor tratamiento yeso agrícola en dosis de 50 g/planta más 25 g de urea; y seguidos por los tratamientos de humus de lombriz en dosis 3 y los que contenían otras dosis de yeso agrícola, como se observa en la figura 2.7.



**Figura 2.7.**

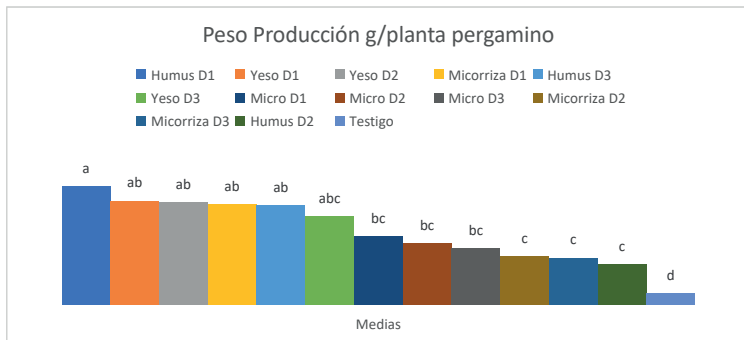
*Peso 100 g de fruto maduro.*



La variable **peso de la producción g/planta café pergamino**, estableció en el análisis de varianza diferencias estadísticas altamente significativas entre factores, lo que dio lugar a la aplicación de la prueba de Tukey (Figura 2.8) siendo el mejor tratamiento el humus de lombriz en su dosis 50 g/planta, más 25 g de urea, siguiendo en importancia los tratamientos cuyo contenido es el yeso agrícola, micorrizas dosis 1 y las otras dosis de humus de lombriz, quedando al final el tratamiento testigo.

**Figura 2.8.**

*Peso producción g/planta café pergamino.*

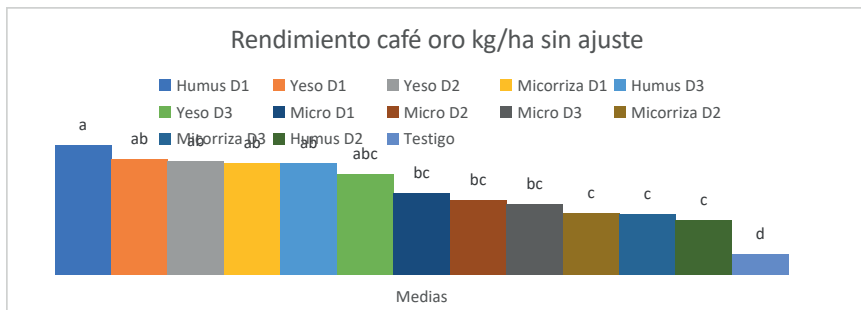


En el análisis de varianza de las variables: **peso en g de 100 semillas de café pergamino**, y **conversión café cereza a café oro**, no se encontraron diferencias significativas, ni entre factores, ni a nivel de análisis simple. Por lo expuesto, no se amplió el análisis de estas variables, aduciendo que, a nivel de estas variables, todos los tratamientos son iguales.

La variable **rendimiento de café oro kg/ha**, una vez aplicado el análisis de varianza, establece interacción entre factores, estableciendo diferencias entre tratamientos, lo que motivo la realización de la prueba de significación de Tukey al 5%, estableciendo que el tratamiento humus de lombriz en dosis de 50 g/planta, más 25 gramos de urea, presentó mejor respuesta productiva, siguiendo en su orden los tratamiento a base de yeso agrícola y los otros tratamientos con humus de lombriz, quedando al final los tratamientos con fertilizantes químicos (microesencial y urea que es el testigo).

**Figura 2.9.**

*Rendimiento café oro kg/ha.*



La variable **rendimiento de café oro qq/ha**, expresó el mismo comportamiento que la variable producción café oro kg/ha, de tal forma que el tratamiento humus de lombriz en dosis de 50 g/planta, más 25 gramos de urea, fue el de mejor resultado (Tabla 2.12), seguido por los tratamientos a base de yeso agrícola, siendo el de menor producción el testigo.

**Tabla 2.12.**

*Rendimiento café oro qq/ha.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Significación</b>
Humus D1	0,17	A
Yeso D1	-0,04	ab
Yeso D2	-0,05	ab
Micorriza D1	-0,08	ab
Humus D3	-0,09	ab
Yeso D3	-0,25	abc
Micro D1	-0,51	bc
Micro D2	-0,6	bc
Micro D3	-0,67	bc
Micorriza D2	-0,79	c
Micorriza D3	-0,81	c
Humus D2	-0,89	c
Testigo	-0,81	c

**Tabla 2.13.**

*Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades.*

Variables	Diámetro de hoja	Longitud de hoja cm	Tamaño del ápice de la hoja.	N.º de nudos por rama	Altura de planta	diámetro de tallo	diámetro de copa	números nudos por ramas	Peso g. 100 frutos maduros.	Peso de la producción g/pl..	Peso g 100 del café pergamino	Conversión café cereza café.	Rendimiento a café oro kg/ha	Rendimiento a café oro qq/ha
Diámetro de hoja	1													
Longitud de hoja cm	0,57	1												
Tamaño del ápice de la hoja	0,62	0,51	1											
N.º de nudos por rama	0,58	0,55	0,37	1										
Altura de planta	0,59	0,63	0,35	0,69	1									
Diámetro de tallo	0,5	0,51	0,22	0,6	0,85	1								
Diámetro de copa	0,36	0,45	0,22	0,46	0,59	0,59	1							
Números de ramas	0,4	0,44	0,22	0,6	0,77	0,87	0,6	1						
Peso g. 100 frutos maduros	0,3	0,31	0,12	0,37	0,35	0,38	0,23	0,26	1					
Peso de la producción g/planta	0,5	0,51	0,47	0,66	0,61	0,53	0,47	0,57	0,48	1				
Peso g 100 del café pergamino	0,3	0,35	0,12	0,35	0,34	0,31	0,23	0,2	0,97	0,49	1			
Conversión café cereza café	0,03	0,05	-0,03	0,12	0,12	0,21	0,06	0,09	0,84	0,29	0,74	1		
Rendimiento a café oro kg/h	0,5	0,51	0,47	0,66	0,61	0,53	0,47	0,57	0,48	1	0,49	0,29	1	
Rendimiento a café oro qq/h	0,5	0,51	0,47	0,66	0,61	0,53	0,47	0,57	0,48	1	0,5	0,29	1	1

**Elaborado por:** María Fernanda León

Como parte culminante del análisis de los objetivos 1 y 2, se efectuó un estudio de correlación entre las variables morfológicas y productivas, observando correlación positiva entre las variables morfológicas altura de planta, número de ramas, número de nudos por rama, con las variables productivas: peso de la producción g/planta, y en las variables rendimiento de café oro en kg/ha, como en qq/ha.

Determinar la relación beneficio costo de los “tratamientos estudiados”, implicó un análisis de los costos efectuados durante el tiempo de manejo del estudio, e ingresos establecidos en la primera cosecha obtenida en el ensayo.

Es oportuno indicar que se aplicó la razón financiera relación beneficio/costo, el análisis está realizado en función a una proyección por hectárea.

**Tabla 2.14.**

*Análisis relación beneficio costo.*

Rubros	Urea - Micorriza D1	Urea - Micorriza D2	Urea - Micorriza D3	Urea - Humus de lombriz D1	Urea - Humus de lombriz D2	Urea - Humus de lombriz D3	Urea - Yeso Agrícola D1	Urea - Yeso Agrícola D2	Urea - Yeso Agrícola D3	Urea - Micro esencial D1	Urea - Micro esencial D2	Urea - Micro esencial D3	Testigo local urea
Adquisición de plantas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Urea	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Micro esencial										3	3	3	
Humus de lombriz				1,5	1,5	1,5							
Micorriza	2	2	2										
Yeso agrícola							1,5	1,5	1,5				
Control de malezas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Control fitosanitario	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mano de obra cosecha	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Sub total costos variables	59	59	59	58,5	58,5	58,5	58,5	58,5	58,5	60	60	60	57
Producción café oro	0,73	0,11	0,11	1,52	0,13	1,01	0,93	0,9	0,61	0,32	0,28	0,22	0,06
Precio Café oro	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Ingreso bruto café oro	80,3	12,1	12,1	167,2	14,3	111,1	102,3	99	67,1	35,2	30,8	24,2	6,6
Ingreso neto	21,3	46,9	46,9	108,7	44,2	52,6	43,8	40,5	8,6	24,8	29,2	35,8	50,4
Relación beneficio costo	0,36	0,79	0,79	1,86	0,76	0,90	0,75	0,69	0,15	0,41	0,49	0,60	0,88

El análisis de relación beneficio costo establece un patrón de comportamiento similar al obtenido estadísticamente, de tal manera que son precisamente los mejores tratamientos en su orden los siguientes: humus de lombriz en sus dosis 50 y 150 g/planta más 25 g urea, seguido por los 3 tratamientos de yeso agrícola, y el tratamiento uno de micorriza en dosis de 0,5 g más 25 g urea/planta, tratamientos que generan hasta esta primer cosecha rentabilidad económica, no así el resto de tratamientos, lo que permite deducir que los abonos han sido más eficientes que los fertilizantes químicos .

## Discusión

El *Coffea arabica*, es genéticamente diferente a otras especies de café, ya que es tetraploide, lo que le hace tener un total de 44 cromosomas en lugar de 22. Se trata de un arbusto grande, de unos 5 metros de altura, con hojas ovaladas y de color verde oscuro brillante. La floración se produce después del periodo de lluvias, y sus flores son blancas, de aroma dulce y están dispuestas en racimo. Los frutos, verdes y ovalados, se vuelven rojos cuando maduran, al cabo de 7-9 meses (Rojo, 2014)

Teixeira *et al.* (2014) indican que las evaluaciones de las características morfológicas y sus estimaciones de correlación son importantes para programas de cría, ya que ayudan al criador en la selección y eliminación temprana de golpes. Así, la caracterización de las variables más importantes, permite el mejor uso de los recursos en programas de mejora, permitiendo discriminar con genotipos de eficiencia en etapa juvenil utilizando la menor cantidad de variables posible.

La altura es importante porque indica el crecimiento ortotrópico de la planta, lo que va a proporcionar bandolas que garantizarán la producción en los próximos años. En el análisis de esta variable Blanco *et al.* (2003), encontró diferencias estadísticas en su investigación, probando variedades en diferentes localidades; por su parte Canseco *et al.* (2020) y Plaza *et al.* (2015), encontraron que la aplicación de abonos orgánicos influye en el comportamiento agronómico y productivo de plantaciones de *Coffea canephora*, al reportar alturas de plantas de  $\leq 220$  cm para plantas de portes bajos, valores de  $\leq 300$  cm en plantas de porte medio y  $> 301$  cm para plantas de porte alto, evaluadas en un lapso de tiempo de ocho meses. Los resultados de la evaluación muestran que en todos los tratamientos evidenciaron diferencias significativas con el transcurso del tiempo.

Concluyen que la combinación de abonos orgánicos y biofertilizantes genera crecimiento en las plantas. Dichos resultados coinciden con Román

*et al.* (2013), quienes reportan que, entre mayor cantidad de materia orgánica, mayor cantidad microbiana ya que al aplicar abonos orgánicos, existe mayor posibilidad de liberación de nutrientes y al ser aplicados en el suelo continúa el proceso de descomposición. Estos resultados, aunque se trate de otra especie de café, coinciden con los resultados alcanzados en la primera cosecha, estableciéndose que las fuentes de fertilización orgánica brindan mejores resultados a nivel morfológico e incluso productivo.

Otro aspecto a nivel morfológico que es importante, es el diámetro de tallo, aquí se encontró diferencias estadísticas a favor de las plantas abonadas con humus de lombriz, yeso agrícola y micorrizas, a las que se les combinó 25 g de urea, coincidiendo con Plaza *et al.* (2015), quienes encontraron diferencias significativas al evaluar abonos orgánicos en café, lo cual indica que se tiene que asegurar un buen crecimiento vegetativo para obtener altos niveles de producción. Al respecto, Valverde *et al.* (2020), indican que los bioestimulantes influyen en el comportamiento morfológico de las plantas de café; Adriano *et al.* (2011), mencionan que los rasgos morfológicos, diámetro del tallo, altura de planta y número de ramas primarias, están correlacionados genéticamente con el rendimiento.

Canseco *et al.* (2020) en su investigación, concluyen que la incorporación de abonos orgánicos y biofertilizantes tuvieron efectos significativos entre tratamientos. Asimismo, la incorporación de dichos insumos genera mayor crecimiento y vigor a las plantas, por otro lado, mejora la estructura del suelo aportando nutrientes necesarios para dicho cultivo.

Cacique *et al.* (2018) mencionan que el comportamiento de la altura y diámetro de tallo definen la producción de las plantas; coincidiendo con los resultados obtenidos, donde se establece correlación positiva variables morfológicas altura de planta, número de ramas, número de nudos por rama, con las variables productivas: peso de la producción g/planta, y en las variables rendimiento de café oro en kg/ha, como en qq/ha.

Cabrera (2019) realizó una investigación, donde evaluó el efecto de la aplicación de abonos orgánicos mejorados en las características morfológicas y de cosecha de *Coffea arabica* L. variedad Costa Rica 95 a la aplicación de abonos orgánicos mejorados. Los tratamientos fueron: 0 kg N.ha<sup>-1</sup>, guano de isla 200 kg N.ha<sup>-1</sup>, fórmula 2 (200 y 400 kg N.ha<sup>-1</sup>), fórmula 4 (200 y 400 kg N.ha<sup>-1</sup>). Los resultados no determinan diferencias en altura de planta y número de ramas, sí encontró diferencias en número de hojas con fórmula dos (400 y 200 kg N.ha<sup>-1</sup>), en lo que respecta a los parámetros productivos, en el peso

de 100 frutos maduros, peso de café cerezo, peso de café pergamino seco, relación café cerezo / café pergamino seco y rendimiento en quintales no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos. Lo cual no es coincidente con los resultados obtenidos en la investigación, aunque hay que dejar claro que no se utilizaron precisamente las mismas opciones nutricionales para las plantas.

## Conclusiones

En lo que respecta al comportamiento morfológico del café arábigo Sarchimor 4260 en etapa productiva a diferentes fuentes de fertilización, se establecen diferencias entre tratamientos, donde se pudo observar que los tratamientos: micorriza en dosis de 0,5 g/planta, más 25 g urea, humus de lombriz en dosis de 50 y 150 g/planta, más 25 g urea y yeso agrícola en dosis de 50 y 100 g más 25 g de urea, son los que expresaron mejor comportamiento morfológico, tanto a nivel de altura de planta como diámetro de tallo, número de nudos por ramas, longitud y diámetro de hojas.

En cuanto al comportamiento productivo del café arábigo Sarchimor 4260 a diferentes fuentes de fertilización. Las variables: peso de 100 frutos maduros en g, peso de la producción/planta, rendimiento a café oro kg/ha, y rendimiento a café oro qq/ha, expresaron diferencias a favor de los tratamientos humus de lombriz en dosis de 50 g/planta más 25 g urea y yeso agrícola en dosis de 50 g/planta más 25 g de urea; con lo cual se acepta la hipótesis de investigación, pues se encuentra mejor respuesta productiva cuando existe aplicación de abonos orgánicos, reconociendo que es oportuno brindar nitrógeno al cultivo, toda vez que el análisis de suelo así lo ha determinado.

Como parte culminante del análisis, se efectuó un estudio de correlación entre las variables morfológicas y productivas, observando correlación positiva entre las variables morfológicas altura de planta, número de ramas, número de nudos por rama, con las variables productivas: peso de la producción g/planta, y en las variables rendimiento de café oro en kg/ha, como en qq/ha.

La relación beneficio costo de los tratamientos estudiados, establece que los mejores tratamientos en su orden son los siguientes: humus de lombriz en sus dosis 50 y 150 g/planta más 25 g urea, seguido por los 3 tratamientos de yeso agrícola, y el tratamiento uno de micorriza en dosis de 0,5 g más 25 g urea/planta, tratamientos que generan hasta esta primer cosecha rentabilidad económica, no así el resto de tratamientos, lo que permite deducir que los abonos en combinación con la urea han sido más eficientes que los fertilizantes químicos.



## **2.2. Respuesta productiva del café arábigo Sarchimor 4260 (*Coffea arabica* L) a diferentes fuentes de fertilización. Segunda cosecha**

### **Resumen**

La investigación plantea la evaluación de la productividad del café arábigo Sarchimor 4260 (*Coffea arabica* L) a diferentes fuentes de fertilización, en su segunda cosecha. Se empleó una metodología de orden experimental, con análisis de normalidad de datos, y la utilización de ANOVA con el diseño factorial de  $4 \times 3 + 1$ , se consideraron 13 tratamientos incluido el testigo, el factor A identificado como las fuentes de fertilización con 4 niveles; micorriza, humus de lombriz, yeso agrícola y microesenciales, y el factor B identificado como las dosis, donde se probaron 3 dosis por cada una de los productos antes señalados, las variables analizadas a nivel de productividad son: peso 100 gr de frutos maduros, peso de la producción gr/planta pergamino, peso 100 gr café pergamino seco, conversión de café cereza a café oro, y rendimiento en kg y qq /ha. Los resultados obtenidos una vez analizada la varianza de los datos, deducen como mejores tratamientos con una producción de 7,39 qq/ha a la micorriza en dosis de 0,5 gr +25 gr de urea y humus de lombriz con dosis de 1,5 kg + 25 gr de urea; la relación beneficio costo ratifica como mejor tratamiento a la micorriza en dosis de 0,5 gr + 25 gr de urea, seguido de humus de lombriz en dosis de 1,5 kg +25 gr de urea, sin dejar atrás el yeso agrícola en dosis de 100 y 150 gr + 25 gr de urea. Estos resultados promueven la aplicación de la fertilización ecológica en el cultivo de café.

### **Introducción**

El café es uno de los productos más importantes de la economía mundial y ha sido un producto básico durante los últimos 60 años, ya que se cotiza en las bolsas de valores de Londres (robusta) y Nueva York (arábigo), con un auge y una caída; es decir, fluctuaciones importantes en muy poco tiempo. Entre 2000 y 2004, el mercado del café enfrentó la peor crisis, alcanzando un récord de 30 años (MAGAP, 2019).

El Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador realizó en 1983 el Primer Censo Cafetero, liderado por el Programa Nacional del Café. En este recuento se concluyó que había una superficie de 426.965 hectáreas aptas para el cultivo en el país, de las cuales 346.971 hectáreas correspondían a cafetales en producción (81%). Según el mismo registro, en ese momento había 105.000 familias de pequeños caficultores que dependían directamente de la producción del café (<http://www.forumdelcafe.com>, 2019).

En el presente no existen estadísticas actualizadas, pero el número de familias productoras ha descendido drásticamente debido al poco interés de producción y la desvalorización del mismo. Cabe mencionar que muchas de estas familias han cambiado de cultivo, sustituyendo los cafetales por pastizales, por cacao o plantaciones forestales y frutales. Esta disminución de caficultores ha ido acompañada de un significativo descenso de las áreas cultivadas de café, las cuales, según el II Censo Agropecuario, pasaron de 346.971 hectáreas en 1983 a 260.528 hectáreas en 2002, y estas a solo 60.000 hectáreas a fecha de hoy, según datos difundidos por La Asociación Nacional de Exportadores de Café, ANECAFE, fechados en 2019 (<http://www.forumdelcafe.com>, 2019).

Vaca (2018) afirma que en Ecuador se cultivan dos de las especies comerciales más importantes del mundo, el *Coffea arabica* L (café arábigo) y el *Coffea canephora* (café robusta). También menciona el hecho de que las técnicas de producción que han sido validadas han logrado incrementar la productividad de 3 toneladas / hectárea en arábigo y 5 toneladas / hectárea en robusta a nivel de pioneros de alto rendimiento. Sin embargo, el mayor problema que enfrenta la industria cafetera ecuatoriana es que la producción promedio del país es de solo 270 kg / ha, lo cual es bajo.

Una de las provincias más versátiles y ricas del Ecuador es la de Manabí, donde la primera gran cosecha de café se remonta a 1860. A la fecha, el grano cosechado en Jipijapa es de buena calidad, por lo que se dio la primera exportación de este producto.

Gracias a las pequeñas plantaciones se creó un mercado mucho más grande, donde Loja es otra ciudad que está impulsando la producción nacional, ya que la transformación de café es reconocida no solo en el mercado nacional sino también en el mercado internacional. En esta serie de ideas, es importante mencionar que las exportaciones de café están en constante aumento debido al reconocimiento del café ecuatoriano en otros países (Baque, 2018).

La importancia económica del café radica en su aporte de divisas al Estado y la generación de ingresos para las familias cafetaleras y otros actores de la cadena productiva como: transportistas, comerciantes, exportadores, industriales y obreros vinculados a los procesos de producción y de procesamiento, entre otros, que dependen de las contingencias de producción, demanda y precios en el mercado mundial (Aguayo, 2014).

Se puede entender que todos los ingresos generados por este producto se deben a los exportadores de café, grandes o pequeños en desarrollo económico, además se la identifica como una fuente de estabilidad económica y social para más de 25 millones de agricultores de las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Tumbaco, 2017).

Existen datos documentados de la exportación regular de café de Ecuador desde el año 1935. En 1950, por ejemplo, el país vendió 337.000 sacos al exterior y en 1960 las exportaciones alcanzaron los 552.000 sacos. En 1970 estas sobrepasaron el millón de sacos exportados y en 1994, los dos millones. Hasta el año 2012, las producciones se mantuvieron a un buen ritmo de crecimiento, pero a partir de ese momento se inició una caída progresiva, con datos consolidados hasta el 2018 que así lo evidencian. En este periodo, 2012-2018, la producción de café fue afectada por las consecuencias en el tiempo de algunos hechos determinantes, como la sequía de 1996; el fenómeno de El Niño en 1997-1998 que provocó un envejecimiento prematuro de los cafetales; la crisis de precios del 2000 al 2006; y ya más recientemente, la crisis de precios que desde 2016 afecta al sector cafetalero a nivel global (<http://www.forumdelcafe.com>, 2019).

En los últimos 40 años, los productores minimizaron la aplicación de abonos orgánicos a causa del inicio de una agricultura intensiva, generando una disminución en el uso de fertilizantes orgánicos hasta un punto en el que la aplicación de los inorgánicos se convirtió en un problema ambiental en muchos lugares del mundo (Ramos & Elein, 2014).

Una alternativa a la aplicación de fertilizantes, la constituye el empleo de abonos orgánicos (compost, biosólidos, entre otros) u órgano-minerales, que presentan parte del N en formas orgánicas, más o menos estables, que paulatinamente van mineralizándose y pasando a disposición de las plantas, en este mismo sentido, se indica que la fertilización orgánica sustituye en gran medida el uso de fertilizantes minerales (Ramos & Elein, 2014).

Lo que caracteriza la baja producción de café en Ecuador se debe principalmente al desconocimiento del germoplasma cultivado, las variedades o mezclas de cultivares en la finca de producción, las técnicas del manejo del cultivo que generalmente son fertilización oportuna, además la prevención y manejo de enfermedades, el desarrollo de la higiene y capacitación en poda, renovación de cafetales con un promedio de 25 años, en la actualidad se suma la crisis mundial del café de 1999-2002. Como resultado, muchos cafetaleros han abandonado sus campos en busca de mejores condiciones de vida (Venegas *et al.*, 2018).

Por otra parte, la limitada capacidad organizativa de los productores (existe una minoría de productores de café que pertenecen a asociaciones) y la gran presencia de intermediarios locales, que en muchas ocasiones realizan procesos no adecuados para obtener mayores volúmenes, provocan grandes problemas en la comercialización e imagen externa del producto (Orellana *et al.*, 2018).

Por ello que la importancia ecológica y productiva del café radica, por su parte, en la amplia diversidad de suelos en los que se cultiva, fundamentalmente en ricos sistemas agroforestales que contribuyen significativamente a la conservación de los recursos filogenéticos, a la captura de carbono y al balance hídrico (<http://www.forumdelcafe.com>, 2019).

Uno de los desafíos de la agricultura moderna parte desde satisfacer la demanda de un mercado progresivo, y a la par que se aumente la necesidad de introducir alternativas tecnológicas de producción que conduzcan a una mayor sostenibilidad asociativa económica y ambiental.

Sin embargo, en esta investigación se analizará y se obtendrá información y resultados enfocados a las diferentes fuentes de fertilización (química-orgánica) ya establecidas y, por ende, representará un aporte de suma importancia para el agricultor. Es sustancial mencionar que el costo de los fertilizantes cada día aumenta obligando a la búsqueda y evaluación de alternativas para el manejo de la nutrición vegetal de los cafetales, dentro de los más destacados y de mayor acceso para los agricultores.

El cultivo de café en Ecuador posee tanto valor económico, como social y ecológico. La importancia social y económica se basa en la generación de empleo para 105.000 familias de productores; así como para 700.000 familias adicionales vinculadas a los procesos de comercialización, industrialización, transporte y exportación. En el orden ecológico, la importancia del café radica en la amplia adaptabilidad de los cafetales a los distintos agroecosistemas de las cuatro regiones del país: Costa, Sierra, Amazonía e Islas Galápagos (López, 2011).

En el cantón de Jipijapa de la provincia de Manabí existe una amplia participación de la población rural dedicada a la producción de café que es considerada como una de las actividades del agro que genera fuentes de ingresos y alimentos contribuyendo a reducir la pobreza y garantizando fuentes de empleo, sin embargo, la tecnología de producción y beneficio son muy precarias por lo que la productividad es deficiente, asimismo, los principales problemas que embargan a su buena calidad del cafeto vienen desde un sin-

número de factores que es importante conocer desde un nivel técnico como la correcta nutrición del suelo, ya que es de ahí de donde parte un buen manejo de productividad (Quijije, 2019).

Por otra parte, la limitada capacidad organizativa de los productores (solo el 5% pertenecen a asociaciones de productores de café) y la gran presencia de intermediarios locales, que en muchas ocasiones introducen cáscara de café para obtener mayores volúmenes, provocan grandes problemas en la comercialización e imagen externa del producto (Avellán, 2009).

Se analiza que existe un desconocimiento total por parte de los productores rurales hablando del manejo técnico en cuanto a la fertilización de los cafetales desde el establecimiento del mismo, se menciona que no realizan estudios o análisis de suelo por cosecha, siendo una parte fundamental ya que esto les ayudará a conocer de qué carece su suelo y así analizar la situación actual del mismo y mejorarlo mediante un amplio trabajo de campo.

La relevancia de esta investigación es promover las mejoras e implementaciones de nutrientes adecuados al suelo y que estas beneficien a los productores con una buena calidad del producto y alcanzar la sostenibilidad de los cafetales.

La investigación se desarrolla en la finca experimental de Andil, perteneciente a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicada en el kilómetro 5 de la vía que conduce a la parroquia Noboa del cantón 24 de Mayo.

24 de Mayo es un cantón de la provincia de Manabí en Ecuador, tiene una población de 28.846 habitantes.

**Superficie:** 524 km<sup>2</sup>

**Alcalde:** Elicro Duval Valeriano Ponce

**Capital:** Sucre

**Coordenadas:** 1°16'44"S 80°25'12"O / -1.27888889, -80.42

**Idioma oficial:** español

**Altitud media** 242 m s. n. m.

**Limites**

**Al norte:** con el cantón Santa Ana

**Al sur:** con el cantón Paján

**Al este:** con los cantones Santa Ana y Olmedo

**Al oeste:** con el cantón Jipijapa

En la actualidad el cantón 24 de Mayo esta subdividido en una parroquia urbana y tres rurales, distribuidos de la siguiente manera:

**Urbana:** Sucre (cabecera cantonal).

**Rurales:** Bellavista, Arquitecto Sixto Duran Ballén y Noboa.

### **Materiales**

Entre los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación, destacan:

- Machetes
- Gramera
- Libreta de campo
- Esferos
- Grapadora
- Fundas plásticas
- Etiquetas

Los insumos empleados en la investigación son:

### **Fertilizantes químicos**

- Urea
- Micro esencial
- Yeso agrícola

Fertilizantes orgánicos

- Humus de lombriz
- Micorrizas

### **Métodos**

Se aplicó en método de investigación explicativo, respaldado estadísticamente por la aplicación de un diseño experimental paramétrico.

### **Tratamientos**

Los tratamientos surgen a partir de la interacción de los factores de estudio, los cuales son:

### Factor A: Tipos de fertilizantes

A1: Micorriza

A2: Humus de lombriz

A3: Yeso agrícola

A4: Micro esencial

A5: Testigo

### Factor B: Dosis

B1: Dosis 1

B2: Dosis 2

B3: Dosis 3

La tabla 2.15, que a continuación se presenta, describe los tratamientos de interacción de los factores, con sus respectivos niveles. El total de tratamientos es 13.

**Tabla 2.15.**

*Tratamientos de investigación.*

Tratamientos	Nomenclatura	Factor A Tipos de fertilizantes	Factor B. Dosis de aplicación
1	A1 X B1	Urea - Micorriza	0.5 g/planta+25g/planta
2	A1 X B2	Urea - Micorriza	1.0 g/planta+25g/planta
3	A1 X B3	Urea - Micorriza	1.5 g/planta+25g/planta
4	A2 X B1	Urea - Humus de lombriz	0.5 kg/planta+25g/planta
5	A2 X B2	Urea - Humus de lombriz	1.0 kg/planta+25g/planta
6	A2 X B3	Urea - Humus de lombriz	1.5 kg/planta+25g/planta
7	A3 X B1	Urea - Yeso agrícola	50 g/planta+25g/planta
8	A3 X B2	Urea - Yeso agrícola	100 g/planta+25g/planta
9	A3 X B3	Urea - Yeso agrícola	150 g/ planta+25g/planta
10	A4 X B1	Urea - Micro esencial	40 g/planta+25g/planta
11	A4 X B2	Urea - Micro esencial	80 g/planta+25g/planta
12	A4 X B3	Urea - Micro esencial	120 g/planta+25g/planta
13	A5 X B1	Testigo urea	25 /planta

## Diseño experimental

El diseño experimental que se va a utilizar es bloque al azar en arreglo factorial y ortogonal  $4 \times 3 + 1$

El modelo matemático es el siguiente (Gabriel *et al.*, 2017):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + d_j + dk + dd_{jk} + e_{jkl}$$

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta en la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = Media general de la variable de respuesta

$\beta_i$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición

$d_j$  = Efecto de la  $i$ -ésima factor

$dk$  = Efecto del  $i$ -ésima nivel

$dd_{jk}$  = Efecto de la interacción de factores

$e_{jkl}$  = Error experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental

## Características del experimento

Tabla 2.16.

Delineamiento experimental.

Delineamiento experimental	
Unidades o parcelas experimentales	: 39
Número de repeticiones	: 3
Número de tratamientos	: 13
Número de plantas por unidad experimental	: 36
Número de plantas evaluadas en parcela útil	: 10
Distancia entre hileras	: 2 m
Distancia entre plantas	: 1,5 m
Distancia entre repeticiones	: 2 m
Longitud de parcela	: 18 m
Ancho de parcela	: 8 m
Área total de la parcela	: 144 m <sup>2</sup> (18 m x 8 m)
Área total del ensayo	: 1.440 m <sup>2</sup> (60 m x 24 m)

## Análisis estadístico

De acuerdo al análisis estadístico expuesto en el diseño experimental, se aplicó el siguiente análisis de varianza:



**Tabla 2.17.**

*Análisis de varianza.*

Fuente de variación	Grados de libertad
Repetición	2
Factor A	3
Factor B	2
Interacción A x B	6
Testigo vs resto	1
Error	25
Total	39

### Análisis funcional

La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades.

### Coeficiente de variación

El coeficiente de variación se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$C. V. \% = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \times 100$$

### Análisis de correlación de variables

Se procedió a realizar los análisis de correlación entre las variables de respuesta correspondientes. Para los mencionados procedimientos se realizará el análisis de correlación de Pearson (Gabriel *et al.*, 2017).

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

Donde:

$r$  = Coeficiente de correlación de Pearson

$S_{xy}$  = Covarianza entre las variables x e y

$S_x$  = Desviación estándar de la variable x

$S_y$  = Desviación estándar de la variable y

### VARIABLES A SER EVALUADAS

Determinar el comportamiento productivo del café arábigo Sarchimor 4260 utilizando fertilizantes químicos y orgánicos.

Las variables analizadas son las siguientes:

- Peso g. 100 frutos maduros. En gramos (utilizando balanza de precisión)
- Peso de la producción g/planta, pergamino. Uso de balanza gramera.
- Peso g 100 del café pergamino seco/planta. Uso de balanza gramera.
- Conversión café cereza café oro. –Se divide el resultado de café pergamino para el café cereza.

Rendimiento a café oro kg/ha sin ajuste. Utilizando la balanza gramera, y proyectando la producción de una planta, multiplicado al total de plantas por hectárea.

- Rendimiento a café oro qq/ha sin ajuste
- Ajuste al coeficiente 0,25
- Rendimiento kg/ha con ajuste al coeficiente 0,25
- Rendimiento qq/ha con ajuste al coeficiente 0,25

Determinar la relación beneficio costo de los tratamientos estudiados.

### Manejo específico de la investigación

**Aplicación de fertilizantes.** Se efectuará al final del invierno, una fertilización con cada uno de los productos químicos y orgánicos (urea, micorriza, humus de lombriz, yeso agrícola y micro esencial) con las medidas determinadas en el ensayo.

**Control de maleza.** El control de malezas se efectuará de forma manual. Es oportuno indicar que el ensayo es parte de una investigación de la UNESUM, que tiene 2 años establecidos, y será la segunda cosecha. El control de maleza es cada 6 meses, o cuando el cultivo lo requiera.

**Riego.** El cultivo cuenta con un sistema de riego instalado, se lo efectuará en función de la necesidad del cultivo, y cuando la situación lo amerite de acuerdo a las condiciones edafológicas y climáticas se lo realizará de manera manual.

**Manejo técnico.** El cultivo es llevado de manera técnica, efectuando controles periódicos.

**Toma de datos.** Los datos se tomarán durante la época de cosecha, y en el tiempo que el cultivo lo amerite. Los aspectos productivos serán tomados con la rigurosidad científica que la investigación lo amerita, siguiendo los protocolos recomendados para su efecto.

**Tabulación de datos.** Los datos que se tomen en el campo, serán tabulados en Excel, para luego aplicarlos al software estadístico Infostat; obteniendo de esta manera los respectivos resultados que me permitirán establecer las conclusiones y recomendaciones de los objetivos planteados dentro de la investigación.

### Resultados experimentales

Una vez finalizado el proceso de la cosecha y beneficiado del café, de acuerdo a lo establecido inicialmente se ingresaron los datos a la matriz de cada una de las variables correspondientes para continuamente llevarlos al software estadístico Infostat, y realizar el cálculo de los diseños experimentales determinados.

En primera instancia se verificaron y analizaron los datos con el fin de que exista normalidad en ellos, para que, consecuentemente, se pueda utilizar el análisis de varianza (ANOVA).

Se realizó el análisis de normalidad de los datos obtenidos y se evidenció anormalidad en ellos, por ende, se realizó una transformación utilizando logaritmo.

En la siguiente tabla se especifican los resultados obtenidos del análisis de distribución normal de datos en forma de síntesis y también se adjunta la prueba de Kolmogórov.

**Tabla 2.18.**

*Análisis de normalidad de datos.*

Variable	Media	CV	Mín	Máx	Asimetría	Kurtosis	Kolmogórov
Peso g. 100 frutos maduros	11,37	2,25	10,58	11,86	-0,45	0,77	1
Peso de la producción g/planta pergamino	21,41	51,12	8,25	46,13	0,79	-0,49	1
Peso g 100 del café pergamino seco	32,95	8,03	28	39	0,13	-0,42	1

Conversión café cereza café oro	5,73	4,01	5,29	6,24	0,11	-0,35	0,98
Rendimiento a café oro kg/ha	1,98	2,69	1,88	2,11	0,38	-0,3	1
Rendimiento a café oro qq/ha	9,21	51,1	3,55	19,8	0,79	-0,49	0,6

De acuerdo a los valores obtenidos mediante el análisis de datos, se puede demostrar que existe una distribución normal de los mismos obteniendo una asimetría normal que se define como una curva simétrica y una curtosis normal que determina el grado de concentración de los valores, en cuanto a la prueba de Kolmogórov se menciona que en las variables analizadas existe uniformidad en sus datos y su varianza es homogénea (estadístico > 0,05), por ello con estos resultados se concluye que sí se puede utilizar el análisis de varianza (ANOVA) formulado en la metodología.

Es importante indicar que se utilizaron las siguientes variables de orden productivo: peso g 100 frutos maduros, peso de la producción gr/planta pergamino, peso g 100 pergamino seco, conversión café cereza a café oro, rendimiento a café oro kg por ha sin ajuste y rendimiento a café oro qq/ha sin ajuste.

**Tabla 2.19.**

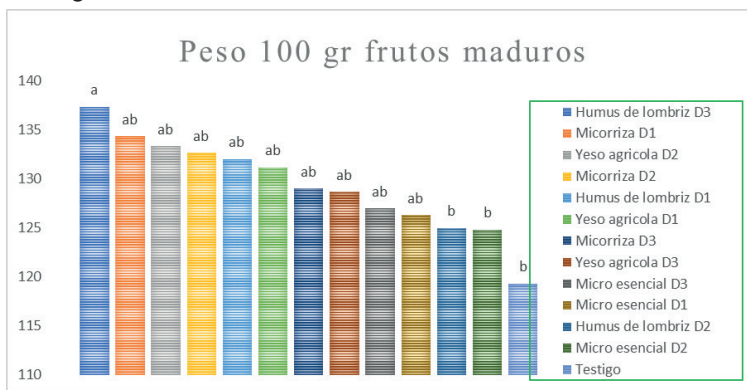
*Cuadrados medios de variables analizadas.*

F.V.	gl	Peso g. 100 frutos maduros	Peso de la producción g/planta, pergamino	Peso g 100 del café per- gamino seco/ planta	Conversión café cereza café oro	Rendimiento a café oro kg/ha sin ajuste	Rendimiento a café oro qq/ha sin ajuste
Repetición	2	0,02	18,73	4,96	0,03	0,00450	3,47
Tratamiento	12	0,14	296,94	18,36	0,14	0,01000	54,99
Factor A	3	0,13	366,12	15,93	0,12	0,00350	67,8
Factor B	2	0,03	270,27	11,44	0,09	0,01000	50,05
Factor A*- factor B	6	0,09	304,05	15,93	0,13	0,01000	56,31
Tratamientos vs testigo	1	0,64	106,2	35,01	0,27	0,00150	19,67
Error	24	0,03	39,66	1,48	0,01	0,00110	7,34
Total	38						
CV		1,62	29,41	3,7	1,77	1,66	29,41

A continuación se describen los distintos gráficos estadísticos iniciando con la variable de **peso de 100 gr fruto maduro**, donde se establece que sí existe interacción entre factores, predominando el factor de fertilizantes comprobando mediante la utilización de la prueba de Tukey al 0,05% adoptando como mejor tratamiento Humus de lombriz en dosis 3 (1,5 kg + 25 gr de urea), asimismo, le sigue el tratamiento Micorriza en dosis 1 (0,5 gr +25 gr de urea), en tercera línea se ubica Yeso agrícola y micorriza ambos en dosis 2 dejando al final tratamientos como microesenciales y el testigo.

**Figura 2.10.**

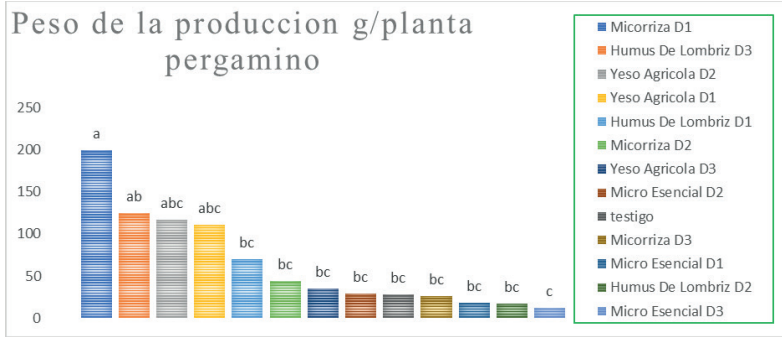
*Peso de 100 gr frutos maduros.*



En relación con la variable **peso de la producción gr/planta pergamino** se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas donde el factor fertilizante es el que predomina y para su comprobación se aplicó la prueba de Tukey 5% (Figura 2.11) posicionando como mejor tratamiento Micorriza en dosis 1 (0,5gr + 25 gr de urea), seguido del tratamiento Humus de lombriz en dosis 3 (1,5 kg + 25 gr de urea), alcanzando a estos los tratamientos de Yeso agrícola en dosis 2 y dosis 1, dejando en última instancia los microesenciales en todas sus dosis.

**Figura 2.11.**

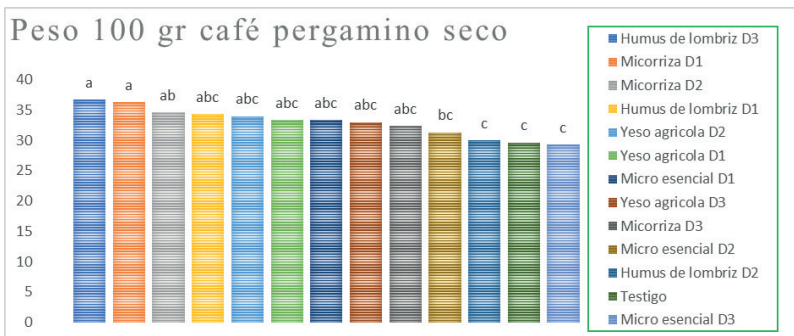
*Peso de la producción g/planta pergamino.*



De acuerdo a la variable **del peso 100 gr café pergamino seco** se pudo evidenciar que existe diferencia altamente significativa tanto en tratamientos como en la interacción entre factores mediante la prueba de significación de Tukey al 5% donde indica y deja como mejor tratamiento a Humus de lombriz en dosis 3 (1,5 kg +25 gr de urea) seguido de los tratamientos de Micorrizas en dosis 1 y 2 (0,5 y 1 gr +25 gr de urea) dejando al final al testigo y microesencial.

**Figura 2.12.**

*Peso 100 gr café pergamino seco.*



De acuerdo al gráfico del peso de la producción g/planta, en este se destacan los mismos tratamientos mencionando la variable **conversión del café cereza a café oro** obteniendo en el análisis de varianza una diferencia estadística altamente significativa en cuanto a la intersección de factores y tratamientos dando el lugar de mejor tratamiento a Micorriza con dosis 1 (0,5 gr + 25 gr de urea) seguido de Humus de lombriz con dosis 3 y 2 (1,5 kg y 1 kg + 25 gr de urea), y al igual que los demás gráficos en la parte final quedan microesenciales.

**Figura 2.13.**

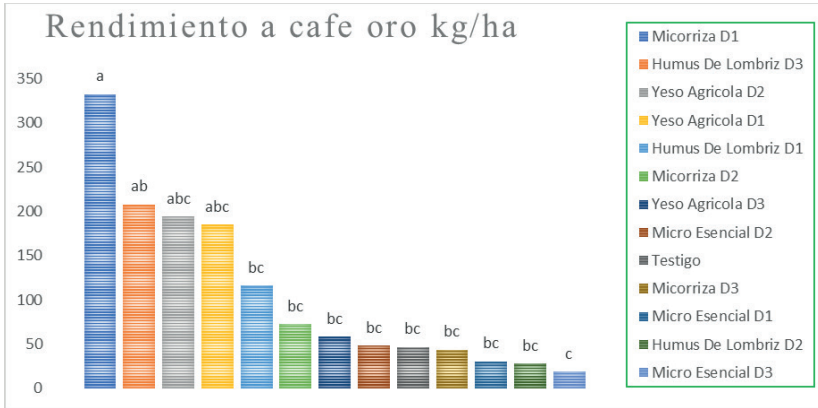
*Conversión café cereza a café oro.*



Se considera de importancia la **variable del rendimiento a café oro qq/ha** debido a que se utilizará en la relación beneficio costo de los tratamientos estudiados, asimismo, la **variable rendimiento a café oro kg/ha** se identifican con los mismos tratamientos y su comportamiento es similar, por ello se deduce mediante la prueba de significación de Tukey al 5% que el tratamiento Micorriza con 7,39 qq/ha, lidera la tabla siendo el mejor, seguido del tratamiento Humus de lombriz en dosis 3 (1,5 kg + 25 gr de urea) así mismo, dejando al final el fertilizante químico microesenciales junto al testigo.

**Figura 2.14.**

*Rendimiento a café oro kg/ha, sin ajuste.*



**Tabla 2.20.**

*Rendimiento a café oro qq/ha, sin ajuste.*

Variables	Peso g. 100 frutos maduros	Peso de la producción g/planta pergamino	Peso g 100 del café pergamino seco	Conversión café cereza café oro	Rendimiento a café oro kg/ha sin ajuste	Rendimiento a café oro qq/ha sin ajuste	Rendimiento kg/ha con ajuste al coeficiente 0,25	Rendimiento qq/ha con ajuste al coeficiente 0,25
Peso g. 100 frutos maduros	1							
Peso de la producción g/planta pergamino	0,6	1						
Peso g 100 del café pergamino seco	0,74	0,66	1					
Conversión café cereza café oro	0,74	0,66	1	1				
Rendimiento a café oro kg/ha sin ajuste	-0,34	-0,5	-0,88	-0,88	1			
Rendimiento a café oro qq/ha sin ajuste	0,6	1	0,66	0,66	-0,5	1		



Rendimiento kg/ ha con ajuste al coeficiente 0,25	0,6	1	0,66	0,66	-0,5	1	1	
Rendimiento qq/ ha con ajuste al coeficiente 0,25	0,6	1	0,66	0,66	-0,5	1	1	1

**Tabla 2.21.**

*Correlación de Pearson: coeficientes /probabilidades.*

Rendimiento qq/ha	Medias	Significación
Micorriza D1	7,39	A
Humus de lombriz D3	4,62	Ab
Yeso agrícola D2	4,31	Ab
Yeso agrícola D1	4,11	Ab
Humus de lombriz D3	2,59	Bc
Micorriza D2	1,61	Bc
Yeso agrícola D3	1,3	Bc
Microesencial D2	1,08	Bc
Testigo	1,04	Bc
Micorriza D3	0,98	Bc
Microesencial D1	0,68	Bc
Humus de lombriz D3	0,62	Bc
Microesencial D3	0,42	C

**Elaborado por:** Helen Alvarado Quijije

Relacionado al objetivo, fue preciso realizar un estudio de correlación entre las variables productivas donde existe una correlación perfecta (1) entre las variables de rendimiento kg/ha y qq/ha ajustadas al coeficiente 0,25, con el peso de la producción g/planta pergamino, además también interactúan en una correlación alta (0,6-0,8) los rendimientos tanto en kg como en qq con el peso 100 gr del café pergamino seco y la conversión de café cereza a café oro, en este mismo rango también hay una correlación en el peso de 100 gr frutos maduros con el peso de 100 gr café pergamino seco y la conversión de café cereza a café oro.

Se determinó un análisis relación beneficio costo que se ve reflejado en la siguiente tabla de acuerdo a los insumos utilizados durante la investigación de la segunda cosecha y cabe recalcar que los mismos están proyectados por hectárea.

**Tabla 2.22.**

*Relación beneficio costo.*

Rubros	Urea - Micorriza D1	Urea - Micorriza D2	Urea - Micorriza D3	Urea - Humus de lombriz D1	Urea - Humus de lombriz D2	Urea - Humus de lombriz D3	Urea - Yeso Agrícola D1	Urea - Yeso Agrícola D2	Urea - Yeso Agrícola D3	Urea - Micro esencial D1	Urea - Micro esencial D2	Urea - Micro esencial D3	Testigo local urea
Urea	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Micro esencial										9	9	9	
Humus le lombriz				8	8	8							
Micorriza	4	4	4										
Yeso agrícola							4	4	4				
Control de malezas	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Control fitosanitario	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mano de obra cosecha	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sub total costos variables	69	69	69	73	73	73	69	69	69	74	74	74	65
Producción café oro	5,54	1,21	0,73	1,94	0,47	3,47	3,08	3,23	0,98	0,51	0,81	0,32	0,78
Precio café oro	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Ingreso bruto café oro	609,4	133,1	80,3	213,4	51,7	381,7	338,8	355,3	355,3	107,8	56,1	89,1	35,2
Ingreso neto	540,4	64,1	11,3	140,4	21,3	308,7	269,8	286,3	286,3	33,8	17,9	15,1	29,8
Relación beneficio costo	7,83	0,93	0,16	1,92	0,29	4,23	3,91	4,15	4,15	0,46	0,24	0,2	0,46

En este análisis se forma un modelo de comportamiento bastante factible y comparado a los resultados obtenidos estadísticamente según su jerarquía se mencionan los siguientes: Micorriza en dosis de 0,5 gr + 25 gr de urea, seguido de Humus de lombriz en dosis de 1,5 kg +25 gr de urea, sin dejar atrás el Yeso agrícola en dosis de 100 y 150 gr + 25 gr de urea, de esta manera se ha verificado y considerado los tratamientos que más generan rentabilidad económica.

## Discusión

Los resultados obtenidos dan lugar a que exista una discusión con otros autores, de acuerdo a las variables adoptadas en esta investigación.

La incidencia tanto de fertilizantes y las dosis expuestas son de vital importancia desde el inicio de la plantación de un cafetal direccionando hacia un futuro productivo como se lo relaciona en las variables estudiadas en esta investigación, es por ello que Villavicencio (2018), indica que el manejo de la fertilización es un punto muy descuidado por la mayoría de productores, lo cual afecta directamente en la producción y en el ciclo de vida productivo de la plantación.

Según el diseño establecido y mediante la prueba de significación Tukey al 5% realizada se determinó que la dosis 1 (0,5 gr +25 gr de urea) de micorrizas lideraba casi todas las variables planteadas en la investigación considerándose como la mejor, así lo verifican Lumbi & Zeledón (2015), asegurando que con la utilización de micorrizas en dosis bajas existe un aumento en la producción a un costo menor, porque el abono ayuda a mantener nutrida la planta, aprovechando al máximo lo que el suelo tiene y mejorando la estructura del terreno. Además, permite una menor utilización de fertilizantes inorgánicos, menos aplicaciones de plaguicidas, menos contaminación.

Existe una relación en cuanto a la variable rendimiento qq/ha que deja como segundo mejor tratamiento a Humus en dosis 3 (1,5 kg + 25 gr de urea) con la investigación expuesta por Macedo (2014), que también utiliza la misma prueba de Tukey determinando diferencias estadísticas significativas entre los valores promedios registrado por los tratamientos. El tratamiento Guano de Isla (300 g/plta.) alcanzó el mejor rendimiento de grano con 34,36 qq, mostrando igualdad estadística con los tratamientos Guano de la Isla (400 g/plta.), Guano de la Isla (200 g/plta.) y Humus (400 g/plta), que alcanzaron rendimientos de grano equivalentes a 30,24, 29,48 y 27,32 qq, respectivamente; sin embargo, mostró superioridad estadística sobre el resto de los tratamientos, cuyos valores oscilaron entre 25,92 y 13,93 qq, correspondiendo estos valores a los tratamientos Ekotron 70 (300 g/plta) y el Testigo, este último con los menores rendimientos.

Considerando que el testigo ha sido uno de los tratamientos menos productivos existe una similitud con el trabajo investigativo de Capa (2015), quien ha utilizado fertilización mineral y orgánica en 3 niveles de dosificación obteniendo como resultado que el tratamiento testigo también ha generado una relación beneficio costo negativa. La fertilización orgánica pese a que obtuvo

producciones muy considerables y precios altos por la venta del producto (café pergamino) en el mercado no pudo obtener beneficio económico debido a las dosis altas de abono que se requería.

En la relación beneficio costo elaborada se consideró como los 4 mejores en el rango de mayor a menor los tratamientos de micorriza en dosis de 0,5 gr + 25 gr de urea seguido de Humus de lombriz en dosis de 1,5 kg +25 gr y Yeso agrícola en dosis de 100 y 150 gr + 25 gr de urea los mismos resultados se ven reflejados en la investigación de León (2021), quien realizó la primera cosecha en este mismo ensayo planteado y obtuvo como mejores tratamientos el Humus de lombriz en sus dosis 50 y 150 g/planta más 25 g urea, seguido por los 3 tratamientos de yeso agrícola, y el tratamiento uno de micorriza en dosis de 0,5 g más 25 g urea/planta, tratamientos que generaron la primera cosecha con rentabilidad económica, cabe recalcar que los mismos tratamientos han sido los mejores y se han mostrado productivos en la mayoría de las variables planteadas en la investigación.

### **Conclusiones**

En relación con las variables productivas analizadas, se concluye que existe un factor de comportamiento similar de Micorriza en dosis de 0,5 gr + 25 gr de urea optado por ser el mejor tratamiento, seguido de Humus de lombriz en dosis de 1,5 kg +25 gr de urea y el Yeso agrícola en dosis de 100 y 150 gr + 25 gr de urea, por ello se comprueba y se reconoce que los abonos orgánicos son una forma ecológica de producción sin afectaciones al suelo ni al medio ambiente indicando que es la segunda cosecha en el ensayo antes establecido y este ha venido proporcionando mucha más productividad por cosecha, asimismo en el estudio de correlación se verificaron los resultados esperados existiendo una correlación alta (0,6 - 0,8) y perfecta (1).

En la relación beneficio costo elaborada concuerdan con el diseño y pruebas de significancia planteadas la variable rendimiento qq/ha fue una de las más importantes en este estudio dejando a los siguientes tratamientos como los que generan mayor rentabilidad económica Micorriza en dosis 1 seguido de Humus de lombriz en dosis de 3 y el Yeso agrícola en dosis 2 y 3, de esta manera se ha verificado y considerado su productividad.

### 2.3. Comportamiento productivo de 20 cultivares de café (*Coffea arabigo L.*) de 5 años de edad

#### Resumen

La investigación comportamiento productivo de 20 cultivares de café (*Coffea arábigo L.*) de 5 años de edad, tiene como objetivos determinar los cultivares de mejor comportamiento de café arábigo resistente a plagas, identificar los mejores cultivares por su rendimiento y caracterizar el mejor cultivar arábigo según el comportamiento productivo obtenido. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, las variables evaluadas fueron rendimiento de café cereza por hectárea, número de frutos vanos por cada 100 granos, número de frutos con broca por cada 100 granos, peso de 100 granos de café cereza y número de granos por nudos en rama. Los resultados obtenidos indican que el cultivar de menor número de frutos vanos por cada 100 granos fue el 18 Sarchimor 4260 con promedio de 5,27 frutos; el cultivar que presentó menor incidencia de broca fue el 20 Catucaí rojo 78515 con 1.00 frutos con broca por cada 100 granos evaluados; el mayor rendimiento de granos fue para el tratamiento 18 Sarchimor 4260 con promedio de 1.969,40 kg/h, seguidos de los tratamientos 11 Acawa con 1.850,80 kg, el 2 Catuaí rojo UFV con 1.847,25, el 4 Bourbon amarillo con 1.767,80 kg, el 13 Catucaí amarillo 2-SL con 1.670,00 kg/ha. Y el cultivar que presentó el mayor peso de 100 granos por planta fue el 18 Sarchimor 4260 con 184,20 gramos/100 granos y el mayor número de granos por nudos en rama se presentó en el tratamiento 20 Catucaí rojo 785-15 con 11,33 frutos por planta.

#### Introducción

En Latinoamérica el cultivar tradicional de arábica proviene de semillas de unas pocas plantas con origen en el centro de Etiopía. Estas variedades son Típica y Borbón, y las variedades que se derivan de ellas por cruzamientos espontáneos o dirigidos, y mutaciones naturales: Caturra, Mundo Novo, Catuaí, Villa Sarchí, Pacas, Maragogipe, etc., lo que explica la estrecha base genética de todas ellas, las cuales no tienen en su genética resistencia a enfermedades y plagas, incluida la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) (Escarramán, 2018).

En el Ecuador, el sector cafetalero tiene relevante importancia económica, social y ecológica. La trascendencia económica radica en su aporte de divisas al Estado y la generación de ingresos para las familias cafetaleras y otros actores de la cadena productiva como: transportistas, comerciantes, exportadores, industriales, obreros vinculados a los procesos productivos y de pro-

cesamiento, entre otros, que dependen de las contingencias de producción y precios del café, en el mercado internacional (Castro, 2014).

Manabí es una provincia reconocida a nivel nacional, en el 2010 alcanzó una producción de 13.141 TM con respecto a las demás provincias de la costa. La producción para el año 2011, se estima en 180 mil quintales, de este rubro el 95% se exporta y el restante queda para consumo nacional. A pesar de que la producción en Ecuador ha crecido en un 21%, los primeros cuatro meses de este año (412.562 sacos en el 2011 y 314.316 sacos en el 2010); el país tiene un déficit de producción de más de 400 mil quintales de café. Se pretende obtener más de un millón de sacos de café para la industria nacional según la presidenta de la Asociación Nacional de Exportadores de Café (Pincay Salvatierra, 2017).

En el ciclo productivo 2012-2013 la roya se presentó muy agresiva y como resultado de la epidemia, la cosecha se redujo en un 20%, con las consecuentes repercusiones sobre las familias productoras y dependientes de la actividad cafetalera, de manera directa o indirecta. Como resultado, se redujo también la cantidad de mano de obra utilizada para las labores agrícolas de recolección de café, lo que provocó desempleo y puso en riesgo la seguridad alimentaria de las familias (Virginio y Astorga, 2015).

Recientemente, los productores de cafés especiales en Ecuador de reputación reconocida han empezado a recibir ofertas más altas que los productores tradicionales, según un informe del Servicio de Agricultura Exterior del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Un comprador coreano anónimo pagó en 2018 US\$ 3.800 por un saco de 60 kilogramos de café especial de gran altitud de Ecuador, según el informe Date (2019).

En Manabí, según la Asociación Producción Industrial Cafetaleros de Manabí, indica que el Ministerio de Agricultura, con el proyecto de reactivación del café, los ha ayudado a convertirse en verdaderos agroindustriales. Tienen sembrado café de la variedad Acawa, resistente a la roya y con vida útil de 40 años, que ya en su tercer año de vida están sobre los promedios de producción. Se han sembrado sobre las 15.000 hectáreas en 18 de los 22 cantones de Manabí, y más de 9.000 familias están inmersas en este exitoso proyecto Gubernamental (Jijón, 2018).

Las plantaciones nuevas de variedades de café tipo arábigo tolerantes a la roya (hongo fitoparásito) que se sembraron desde 2016 (15.000 hectáreas) muestran resultados satisfactorios comercialmente para el agricultor manabita. La reactivación del café es una esperanza ante la pérdida que tuvo con las

plantas viejas en la caficultura por la roya. Dentro de la estrategia de la reactivación de café, Orlando afirma que se busca la calidad, por ello se cosecha solo grano maduro y se lo seca con la cereza integral. Se ha implantado una siembra agroforestal, comenta Óscar Vincés, líder cantonal del proyecto del café en la zona de Jipijapa. Especialistas en café de Honduras, Colombia y México comprobaron la calidad de la especie arábica sembrada de la variedad Arará y mostraron gran interés para comprar este café. En Manabí 8.000 familias trabajan en la actividad cafetera desde el 2013; son 15.000 hectáreas de cafetales nuevos. La proyección es llegar a las 25.000 en el 2021, según indicó Ángel Orlando técnico del MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG, 2018).

Este trabajo se desarrolló con materiales adaptados al medio, comprobando su alto rendimiento de café por unidad de superficie, logrando, con la utilización nuevas variedades o híbridos de café de alto valor genético y de alta producción, incrementar los rendimientos por unidad de superficie, debido a esto ha vuelto a ser rentable la siembra de café en los sistemas agroforestales de Jipijapa y su zona de influencia (Artieda, 2016).

La investigación se llevó a efecto porque fue necesario determinar el rendimiento de cultivares de café de tipo arábigo tolerantes, a las enfermedades porque se han generado daños a las plantaciones de café y en muchos casos hasta desapareció, el cultivo ocasionando altas pérdidas económicas a los productores cafetaleros de Manabí y su zona de influencia.

La investigación se desarrolló para que los productores cafetaleros cuenten con alternativas de cultivares de café de alto rendimiento, permitiendo ser sembrado de acuerdo a sus necesidades de comercialización y la demanda insatisfecha que existe en el mercado nacional e internacional. Los beneficiarios de la investigación serán directamente los productores cafetaleros del cantón Jipijapa e indirectamente los productores de café de la zona sur de Manabí y su área de influencia. La capacidad del cultivar de crecer y producir satisfactoriamente en los diferentes agro-ecosistemas y las circunstancias socioeconómicas de los productores. La adaptación de una variedad de café se expresa, por ejemplo, en la tolerancia a los períodos secos prolongados, como ocurre en las zonas productoras de las provincias de Manabí, Loja y El Oro, donde se presentan con frecuencia de 6 a 8 meses ecológicamente secos (Freddy, 2019).

Por todo lo antes expuesto el objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de 20 cultivares de café arábigo de 5 años de edad.

## Metodología utilizada

La investigación se realizó utilizando los siguientes materiales: pala, sacas, tendales, despulpadora, baldes, tanques, marquesina, fundas plásticas, lápiz, hojas A4, ficha de campo, papel adhesivo, balanza gramera de precisión, entre otras.

La investigación se desarrolló en la finca Andil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicada en el km 5 vía a la parroquia Noboa del cantón 24 de Mayo. El Cantón Jipijapa se localiza en el extremo sur occidental de la provincia de Manabí, a 403 km de la capital del país, limita al norte con los cantones Montecristi, Portoviejo y Santa Ana, al sur con el cantón Paján y provincia del Guayas, al este los cantones 24 de Mayo y parte de Paján, al oeste con el océano Pacífico, provincia del Guayas y Puerto López.

En la actualidad el cantón Jipijapa esta subdividido en tres parroquias urbanas y siete rurales, distribuidos de la siguiente manera, urbanas: San Lorenzo de Jipijapa, Manuel Parrales y M. Morán.

Rurales: La América, El Anegado, Julcuy, La Unión, Membrillal, Pedro Pablo Gómez y Puerto Cayo (Castro, 2014).

Se consideró para esta investigación un solo factor de estudio que son los 20 cultivares de café.

Los tratamientos estuvieron conformados por cada uno de los cultivares de café utilizados.

### Tabla 2.23.

*Cultivares de café arábigo utilizados en la investigación.*

N°	Cultivares
1.	Cultivar Catimor 8666 (4-3)
2.	Cultivar Catuai rojo UFV
3.	Cultivar Gheisha
4.	Cultivar Bourbon amarillo
5.	Cultivar Caturra amarillo T-3386
6.	Cultivar Catimor CIFC-P2.
7.	Cultivar Catimor CIFC-P1
8.	Cultivar Castillo
9.	Cultivar Arara
10.	Cultivar Pache



11.	Cultivar Acawa
12.	Cultivar Catimor CIFC-P3
13.	Cultivar Catucaí Amarillo -2 SL
14.	Cultivar Catimor UFV-5607
15.	Cultivar Caturra rojo – Pichilingue
16.	Cultivar Catimor 8664 (2-3)
17.	Cultivar Catuaí amarillo
18.	Cultivar Sarchimor 4260
19.	Cultivar Típica
20.	Cultivar Catucaí Rojo 785-15.

### **Diseño experimental**

Se utilizó una investigación con diseño experimental completamente aleatorio que comprende 20 tratamientos.

#### **Tabla 2.24.**

*Características del experimento.*

<b>Delineamiento experimental</b>	
Unidades experimentales	: 100
Número de repeticiones	: 5
Número de tratamientos	: 20
Hileras por parcela	: 3
Hileras útiles	: 1
Hileras borde por parcela	: 2
Número de plantas por unidad experimental	: 21
Número de plantas por parcela útil	: 5
Número de plantas evaluadas en parcela útil	: 5
Distancia entre hileras	: 2,00 m
Distancia entre plantas	: 1,50 m
Distancia entre repeticiones	: 2 m
Longitud de parcela	: 7,5 m
Ancho de parcela	: 6,0 m
Área total de la parcela	: 63 m <sup>2</sup> (10,5mx6m)
Área útil de la parcela	: 15 m <sup>2</sup> (7,5mx2m)
Área útil del ensayo	: 192 m <sup>2</sup> (15m <sup>2</sup> x20)

## Análisis estadístico

**Tabla 2.25.**

*Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza.*

Factor de varianza		Grados de libertad
Tratamientos	(T-1)	19
Error	(T) (r-1)	80
Total	(T x nr)-1	99

## Análisis funcional

La comparación de las medias realizadas mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

### Coeficiente de variación

El coeficiente de variación utilizado en la media relativa de la precisión del experimento que expresa los errores de las fuentes no conocidas como porcentaje de la media, tomando en consideración la siguiente fórmula:

$$C. V. \% = \frac{\sqrt{CME}}{X} \times 100$$

Se evaluaron las siguientes variables productivas:

**Rendimiento café cereza (kg/ha).** Una vez determinado el rendimiento del cultivar mediante el registro de la fecha de cosecha y la producción de café cereza por planta. Las cosechas parciales fueron sumadas para tener información de la cosecha acumulada por un año calendario.

**Número de granos vanos.** Para determinar el peso de granos vanos en cada cosecha, se colectaron 100 frutos maduros y sanos, los cuales se colocaron en un recipiente con agua. Se contaron los frutos flotantes que corresponden a los granos vanos y sus datos se expresarán en porcentaje.

**Peso del fruto.** Para determinar esta variable se procedió a contar 100 frutos maduros y sanos, los cuales fueron pesados, y los datos obtenidos se expresaron en gramos.

**Número de frutos con broca por cada 100 granos (N.º).** Los granos utilizados para sacar la variable anterior fueron escogidos también para contabilizar el número de frutos con presencia de broca.

**Número de granos por nudos en rama de plantas de café (N.º).** Para determinar esta variable se consideró el valor promedio de tres muestras obtenidas desde cada planta presente en la parcela útil,

### **Manejo específico de la investigación**

Al establecimiento del ensayo se realizó una fertilización básica a todos los cafetos. La fertilización básica consistió en incorporar a la tierra usada para plantar, una dosis de 100 gramos de abono completo + 2 kilos de compost/planta, para favorecer un buen prendimiento de los cafetos.

El manejo del cultivo se realizó, teniendo como principio fundamental las buenas prácticas agrícolas, enfatizando en la aplicación trimestral de las podas de los cafetos, el control de malezas y el control de plagas y enfermedades, según los requerimientos en el cultivo de café.

**Cosecha y recolección.** Se procedió a realizar la cosecha seleccionada de café maduro entre los meses de julio y septiembre del 2020.

**Selección de granos sanos.** Una vez pesado el grano de cada tratamiento, se procede a contar 100 granos maduros y ubicarlos en un recipiente con agua para determinar el número de frutos vanos o dañados que floten y se procedió a determinar el porcentaje de frutos sanos por planta.

Al día siguiente, ya fermentado el café se procedió a lavar los granos y retirar los granos vanos, y posteriormente fueron colocados en marquesina para el proceso de secado. Cada muestra tomada anteriormente es pesada hasta que termina la cosecha.

Dando paso a los requerimientos fitosanitarios, podas y fertilización, el día 1 de octubre 2020 se realizó la poda respectiva de chupones en el cultivar de café.

### **Resultados experimentales**

El análisis de normalidad de los datos se presenta en la tabla 2.26, donde se puede observar que los datos obtenidos de las variables evaluadas están completamente normales porque la asimetría y la curtosis no superan los valores mínimos establecidos para medir estos parámetros, por lo que se pueden realizar los análisis estadísticos estipulados en la metodología de esta investigación.

**Tabla 2.26.**

*Análisis de normalidad de los datos.*

Variable	N	C.V.%	Min	Max	Asimetría	Kurtosis
Rendimiento (kilos de café)	100	33.23	809.00	2722.00	1.26	1.10
Número de frutos vanos	100	33.54	4.00	21.00	0.02	-0.82
Número de frutos con broca	100	29.50	1.00	3.16	0.57	0.21
Peso de 100 granos	100	16.49	85.00	188.00	-0.15	-0.30
Número de nudos por grano	100	33.85	2.33	12.67	1.48	2.90

### **Rendimiento de café cereza (kg/ha)**

La tabla 2.27, presenta el análisis de varianza realizado para rendimiento de café Cereza, donde se puede observar diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación es 14,98%, el cual está dentro del rango permitido para este tipo de investigaciones.

**Tabla 2.27.**

*Análisis de varianza de la variable Rendimiento de café Cereza por hectárea.*

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculada	p-valor
Repetición	4	279505,80	69876,45		
Cultivares	19	14230339,99	748965,26	21,23**	<0,0001
Error	76	2680698	35272,35		
Total	99	17190544,59			
C.V. %	14,98				

\*\*= Diferencia estadística altamente significativa

\*= Diferencia estadística significativa

n. s. No significativo

La tabla 2.28, presenta los valores promedios obtenidos y la prueba de Tukey realizada al 0,05%, donde se puede observar que los tratamientos presentan cinco rangos de significación estadística, el mayor corresponde al tratamiento 18 Sarchimor 4260 con 1.969,40 kg y el más bajo corresponde a los tratamientos 6 Catimor CIFC-P2 con 1.022,40; 10 Pache con 1.018,60; 20 Catucaí rojo 785-15 con 1.018,40; 3 Gheisha con 983,60; 16 Catimor 8664(2-3) con 964,60; 8 Castillo con 946,20; 15 Caturra rojo - Pichilingue con 936,20; 17 Catuai amarillo con 923,37; 12 Catimor CIFC-P3 con 909,60; 9 Arara con 887,00 y 7 Catimor CIFC - P1 con 886,80 kg.

**Tabla 2.28.**

*Valores promedios y prueba de Tukey al 0,05 % de probabilidades de rendimiento de café por hectárea.*

Tratamientos	Promedios
18. Sarchimor 4260	1969,40 a
11. Acawa	1850,80 ab
2. Catuaí rojo UFV	1847,25 ab
4. Bourbon Amarillo	1767,80 ab
13. Catucaí amarillo 2-SL	1670,00 abc
5. Caturra amarillo T-3386	1592,00 abc
19. Típica	1460,40 bcd
14. Catimor UFV-5607	1298,25 cde
1. Catimor 8666 (4-3)	1127,75 de
6. Catimor CIFC-P2	1022,40 e
10. Pache	1018,60 e
20. Catucaí rojo 785-15	1018,40 e
3. Gheisha	983,60 e
16. Catimor 8664(2-3)	964,60 e
8. Castillo	946,20 e
15. Caturra rojo - Pichilingue	936,20 e
17. Catuai amarillo	923,37 e
12. Catimor CIFC-P3	909,60 e
9. Arara	887,00 e
7. Catimor CIFC – P1	886,80 e
Tukey al 0,05 %	436,13

### Número de frutos vanos

La tabla 2.29, presenta el análisis de varianza de la variable número de frutos vanos. En este análisis se puede identificar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre todos los tratamientos estudiados en el ensayo. El coeficiente de variación es 22,19, valor que está dentro de los rangos permitidos para este tipo de investigación.

**Tabla 2.29.**

*Análisis de varianza del número de frutos vanos por cada 100 granos.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculada	p-valor
Repetición	4	35,82	8,96		
Cultivares	19	1018,69	53,62	7,63**	< 0,0001
Error	76	533,91	7,03		
Total	99	1588,43			
C.V. %	22,19				

\*\*= *Diferencia estadística altamente significativa*

\*= *Diferencia estadística significativa*

*n. s. No significativo*

La tabla 2.30, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey realizada al 0,05% de probabilidades, aquí se puede notar que existen seis rangos de significación estadística, el mayor corresponde al tratamiento 6 Catimor CIFC-P2 con 16,40 frutos vanos por cada 100 granos de café cereza y el rango más bajo se presentó en el tratamiento 18 Sarchimor 4260 con 5,27 en promedio de granos vanos por cada 100 granos de café cereza analizados.

**Tabla 2.30.**

*Valores promedios y prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades de número de frutos vanos por cada 100 granos.*

Tratamientos	Promedios
6. Catimor CIFC-P2	16,40 a
13. Catucaí amarillo 2-SL	15,53 ab
11. Acawa	15,33 ab
20. Catucaí rojo 785-15	15,20 ab
2. Catucaí rojo UFV	14,47 ab
17. Catucaí amarillo	14,40 ab
10. Pache	14,07 abc
12. Catimor CIFC-P3	13,53 abc
7. Catimor CIFC - P1	13,20 abcd
15. Caturra rojo - Pichilingue	13,00 abcd
16. Catimor 8664(2-3)	12,93 abcd
19. Típica	12,67 abcde

4. Bourbon amarillo	11,33 abcdef
5. Caturra amarillo T-3386	10,73 abcdef
8. Castillo	9,67 bcdef
1. Catimor 8666 (4-3)	9,40 bcdef
9. Arara	8,00 cdef
14. Catimor UFV-5607	7,07 def
3. Gheisha	6,67 ef
18. Sarchimor 4260	5,27 f
Tukey al 0,05 %	6,15

**Número de frutos con broca por cada 100 granos, datos llevados a raíz cuadrada de  $x + 1$ .**

La tabla 2.31, presenta el análisis de varianza de la variable número de frutos vanos por cada 100 granos, aquí se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos objeto del presente estudio. El coeficiente de variación es 24,38 valor que está considerado dentro de los parámetros establecidos para este tipo de investigación.

**Tabla 2.31.**

*Análisis de varianza de la variable número de frutos con broca por cada 100 granos.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculada	p-valor
Repetición	4	0,54	0,14		
Cultivares	19	9,36	0,49	3,43**	< 0,0001
Error	76	1,93	0,14		
Total	99	20,83			
C.V. %	24,38				

\*\*= Diferencia estadística altamente significativa

\*n. s.

La tabla 2.32, presenta los valores promedios y prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades, en esta se puede ver tres rangos de significación estadística, el rango mayor corresponde al tratamiento 15 Caturra rojo - Pichilingue con promedio de 2,19 frutos con broca por cada 100 evaluados y el rango más bajo se presentó en el tratamiento 20 Catucaí rojo 785-15 con promedio de 1,00 por cada 100 granos de café Cereza evaluados.

**Tabla 2.32.**

*Valores promedios y prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades de número de frutos con broca por cada 100 granos.*

Tratamientos	Promedios
15. Caturra rojo - Pichilingue	2,19 a
4. Bourbon Amarillo	1,89 ab
3. Gheisha	1,84 abc
11. Acawa	1,84 abc
17. Catuaí amarillo	1,81 abc
14. Catimor UFV-5607	1,77 abc
1. Catimor 8666 (4-3)	1,72 abc
18. Sarchimor 4260	1,70 abc
6. Catimor CIFC-P2	1,68 abc
10. Pache	1,66 abc
9. Arara	1,60 abc
8. Castillo	1,56 abc
16. Catimor 8664(2-3)	1,54 abc
5. Caturra amarillo T-3386	1,29 bc
7. Catimor CIFC – P1	1,25 bc
12. Catimor CIFC-P3	1,23 bc
19. Típica	1,23 bc
2. Catuaí rojo UFV	1,16 bc
13. Catucaí amarillo 2-SL	1,15 bc
20. Catucaí rojo 785-15	1,00 c
Tukey al 0,05 %	0,88

### **Peso de 100 granos de café cereza**

La tabla 2.33, presenta el análisis de varianza de la variable peso de 100 granos de café Cereza; aquí se puede ver que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de variación es 6,47%, siendo este valor bajo y está dentro de los permitidos para este tipo de investigación.



**Tabla 2.33.**

*Análisis de varianza de la variable peso de 100 granos.*

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculada	p-valor
Repetición	4	537,84	134,46		
Cultivares	19	45994,64	2420,77	29,54**	< 0,0001
Error	76	6227,36	81,94		
Total	99	52759,84			
C.V. %	6,47				

\*\*= *Diferencia estadística altamente significativa*

\*n. s.

La tabla 2.34, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada al 0,05% de probabilidades, aquí se puede notar que los tratamientos presentan 10 rangos de significación estadística, el mayor corresponde al tratamiento 18 Sarchimor 4260 con promedio de 184,20 g y el rango más bajo correspondió al tratamiento 2 Catuaí rojo UFV con promedio de 100,20 g.

**Tabla 2.34.**

*Valores promedios y prueba de Tukey del peso de 100 granos de café Cereza. Al 0,05% de probabilidades.*

Tratamientos	Promedios
18. Sarchimor 4260	184,20 a
6. Catimor CIFC-P2	173,00 ab
9. Arara	162,40 bc
20. Catucaí rojo 785-15	158,00 bcd
3. Gheisha	155,60 bcd
8. Castillo	152,00 bcde
14. Catimor UFV-5607	150,40 cdef
15. Caturra rojo - Pichilingue	148,40 cdef
7. Catimor CIFC – P1	144,40 cdefg
10. Pache	142,40 cdefg
11. Acawa	141,20 defg
4. Bourbon amarillo	137,40 defg
13. Catucaí amarillo 2-SL	131,40 efg
17. Catucaí amarillo	130,80 fg
5. Caturra amarillo T-3386	125,80 gh

19. Típica	125,60 gh
16. Catimor 8664(2-3)	124,00 ghi
12. Catimor CIFC-P3	108,40 hij
1. Catimor 8666 (4-3)	103,60 ij
2. Catuaí rojo UFV	100,20 j
Tukey al 0,05%	21,02

### Número de granos por nudos en rama de plantas de café

La tabla 2.35, presenta la variable número de granos por nudos en rama de plantas de café, aquí se puede notar que los tratamientos estudiados presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre ellos. El coeficiente de variación es 21,22 % valor que está considerado dentro de los porcentajes establecidos para este tipo de investigación.

#### Tabla 2.35.

*Análisis de varianza de número de granos por nudos en rama de plantas de café.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculada	p-valor
Repetición	4	5,94	1,48		
Cultivares	19	243,16	12,80	9,04**	< 0,0001
Error	76	107,57	1,42		
Total	99	356,67			
C.V. %	21,22				

\*\*= *Diferencia estadística altamente significativa*

La tabla 2.36, presenta los valores promedios y la prueba de Tukey efectuada al 0,05% de probabilidades, aquí se puede notar que existen cuatro rangos de significación estadística, el mayor corresponde al tratamiento 20 Catuaí rojo 785-15 con 11,33 granos en promedios, y el rango más bajo corresponde al tratamiento 14 Catimor UFV-5607 con promedios de 3,53 granos por nudo.

**Tabla 2.36.**

*Valores promedios y prueba de Tukey del número de granos por nudos en rama al 0,05% de probabilidades.*

Tratamientos	Promedios
20. Catucaí rojo 785-15	11,33 a
15. Caturra rojo - Pichilingue	6,67 b
7. Catimor CIFC – P1	6,53 b
5. Caturra amarillo T-3386	6,33 bc
17. Catuaí amarillo	6,20 bcd
1. Catimor 8666 (4-3)	6,07 bcd
2. Catuaí rojo UFV	6,00 bcd
6. Catimor CIFC-P2	5,67 bcd
12. Catimor CIFC-P3	5,47 bcd
3. Gheisha	5,33 bcd
16. Catimor 8664(2-3)	5,27 bcd
11. Acawa	5,14 bcd
4. Bourbon amarillo	5,00 bcd
10. Pache	4,93 bcd
8. Castillo	4,93 bcd
13. Catucaí amarillo 2-SL	4,93 bcd
19. Típica	4,80 bcd
9. Arara	4,40 bcd
18. Sarchimor 4260	3,60 cd
14. Catimor UFV-5607	3,53 d
Tukey al 0,05%	2,76

## Discusión

Los datos son presentados solos o agrupados de acuerdo al desarrollo de la discusión:

*Coffea arábica*, es la especie más cultivada en el mundo y aporta aproximadamente el 60% de la producción mundial de café, produce bebida de buena calidad. Dentro de las especies del género *Coffea*, solamente la especie arábica es autógama, es decir, que la flores de estas tienen la capacidad de autopolinizarse, pero siempre podría suceder un máximo del 9% de polinización cruzada o sea la intervención del polen de flores de otras plantas. La autopolinización se debe a que la especie arábica es una planta tetraploide, compuesta de células que contienen el doble de cromosomas que una célula

somática normal o sean 92 cromosomas. Esta cantidad se presenta en las células germinales antes de dividirse (Asociación Nacional del Café, Anacafé, 2019)

En la investigación realizada, los resultados obtenidos permiten indicar que el cultivar de café que presentó el menor número de frutos vanos por cada 100 granos fue el 18 Sarchimor 4260 con promedio de 5,27 frutos; el cultivar que presentó la menor incidencia de broca fue el 20 Catucaí rojo 785-15 con 1,00 frutos con broca por cada 100 granos evaluados; estos resultados son sostenidos por lo indicado por López, G. F. J, Escamilla P. E, Colmenero, Z. A, Cruz, C. G. (2016), quienes indican que en una investigación realizada sobre la caracterización productiva y poscosecha de dos variedades de café arábigo (*Coffea arábica*) mediante sistemas de producción, en dos localidades del cantón Caluma; los resultados indican que la variedad Catucaí registró mayores valores promedios en altura de planta, diámetro de copa, número de ramas, longitud de ramas, número de nudos. En producción se identificó que Catucaí registró 2.340 gramos de café Cereza por planta a diferencia de Sarchimor que registró 1.804 gramos. Respecto de la diferencia entre densidades de siembra se evidenció un comportamiento muy similar y que el uso de boro y abono orgánico influyeron en los tratamientos en estudio. Las variables asociadas a la producción fueron el número de nudos y el diámetro de tallo. Respecto de la calidad del grano, Sarchimor evidenció ser de tamaño grande y Catucaí grano mediano y registró una mejor puntuación. La bebida de café presentó características de tazas balanceadas y limpias, de cuerpo medio, acidez baja, fragancias de café y cacao, y ligeros sabores a chocolate.

El cultivar que presenta el mayor rendimiento de granos es el 18 Sarchimor 4260 con promedio de 1969,40 kg/ha, seguidos de los tratamientos: 11 Acawa con 1850,80 kg, el 2 Catucaí rojo UFV con 1847,25, el 4 Bourbon amarillo con 1767,80 kg, el 13 Catucaí amarillo 2-SL con 1670,00 kg/h. Estos resultados coinciden con los reportados por el MAGAP (2021) y MAGAP (s.f.) quienes indican que semillas de café mejoradas importadas desde Brasil de las variedades Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí 785-15, Catucaí V.IAC 44 y Acawa, son altamente productivas y resistentes a la roya; por sus excelentes aptitudes, se esperaba que los productores cosechen entre 50 y 60 quintales por hectárea, pero siempre y cuando apliquen un buen manejo de los cafetales.

El cultivar que presentó el mayor peso de 100 granos por planta fue el 18 Sarchimor 4260 con 184,20 gramos/100 granos, el mayor número de granos por nudos en rama se presentó en el tratamiento 20 Catucaí rojo 785-15 con 11,33 frutos por planta. Estos datos fueron corroborados por lo indicado por

Parrales (2018), quien indica que según investigación realizada en café arábigo en la finca Andil de la UNESUM las variedades e híbridos promisorios de café que presentan características morfológicas deseables son los tratamientos 10 variedad Pache, 15 variedad Caturra rojo–Pichilingue, 11 variedad Acawa, 16 híbrido Catimor 8664 (2-3) y 18 híbrido Sarchimor 4260.

Los resultados fueron corroborados por los trabajos realizados por la Asociación Nacional del Café, Anacafé (2019), quienes indican que en evaluaciones realizadas en la finca Las Flores, Barberena, Santa Rosa, Guatemala, se han obtenido 188 quintales de café maduro por manzana (promedio de 7 cosechas).

### **Conclusiones**

El cultivar que presentó el menor número de frutos vanos por cada 100 granos fue el 18 Sarchimor 4260 con promedio de 5,27 frutos; el cultivar más resistente a broca fue el Catucaí rojo 785-15 que presentó la menor incidencia de broca por cada 100 granos evaluados.

El cultivar que presenta el mayor rendimiento de granos es el 18 Sarchimor 4260 con promedio de 1969,40 kg/h, seguidos de los tratamientos 11 Acawa con 1850,80 kg, el 2 Catucaí rojo UFV con 1847,25, el 4 Bourbon amarillo con 1767,80 kg, el 13 Catucaí amarillo 2-SL con 1670,00 kg/h.

El cultivar que presentó el mayor peso de 100 granos por planta fue el 18 Sarchimor 4260 con 184,20 gramos/100 granos, el mayor número de granos por nudos en rama se presentó en el tratamiento 20 Catucaí rojo 785-15 con 11,33 frutos por planta.

## Bibliografía

- Adriano, A. M. L.; Gálvez, R. J.; Hernández, R. C.; Figueroa, M. S. y Monreal, V. C. T. (2011). Biofertilización del café orgánico en etapa de vivero, Chiapas, México. *Revista Mexicana. Ciencias Agrícolas*, 2(3), 417-431.
- Aguayo, D. P. (2014). Análisis del desarrollo económico del sector cafetero de la región costa del Ecuador, periodo 2000-2013. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/2702>
- Aguilar Jiménez C., Alvarado Cruz I., Martínez Aguilar F., Galdámez J., Gutiérrez A., Morales J., (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Siembra* 3 011–020 / ISSN: 1390-8928
- ANACAFÉ. (2019). Especies y variedades del cafeto. Catimor. Obtenido de ANACAFÉ. Asociación Nacional del café. Guatemala, Centro América.: [https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura\\_VarietadesCafeto](https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_VarietadesCafeto).
- Artieda, R. (2016). Un proyecto para reactivar el cafe. Obtenido de <http://www.revistaelagro.com/un-proyecto-para-reactivar-al-cafe/>.
- Avellán, V. M. (2009). Proyecto de cafe Manabí. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7511/5/tesis%20victoria-no%20iglesias.pdf>
- Baque, D. S. (2018). Análisis de las exportaciones de café y su participación en las exportaciones no petroleras del Ecuador durante el periodo 2012-2016. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/re-dug/29180/1/trabajo%20final%20SU%c3%81rez%20Baque%20David.pdf>
- Bedoya Cardoso M., Salazar Moreno R. (2014). Optimización del uso de fertilizantes para el cultivo de café. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (8), pp. 1433-1439. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México.
- Blanco, M., Hagggar J, Moraga P., Madriz J., Giovanni Pavón G. (2003). Morfología del café (*Coffea arabica* L.), en lotes comerciales. Nicaragua. *Agronomía Mesoamericana*, 14(1), 2003, pp. 97-103 Obtenido de ISSN-e 2215-3608, ISSN 1021-7444,

- Cabrera Gerson. (2019). Efecto de abonos orgánicos mejorados en la producción de *Coffea arábica* L. variedad Costa Rica 95 en Satipo. Obtenido de: [repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5497](https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5497)
- Canseco Daniela, Villegas Yuri, Castañeda Ernesto, Carrillo José, Robles Celerino, Santiago Gisela. (2020). Respuesta de *Coffea arábica* L. a la aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 11(6).
- Capa, E. (2015). Efecto de la fertilización orgánica y mineral en las propiedades del suelo, la emisión de los principales gases de efecto invernadero y en las diferentes fases fenológicas del cultivo de café (*Coffea arábica* L). Madrid. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/148674802.pdf>
- Cacique, V. R.; Mendoza, V. R. F.; Galindo, G. S.; González, M. S. and Sánchez, P. (2018). Improved parameters of *Pinus greggii* seedling growth and health after inoculation with ectomycorrhizal fungi. *Southern Forests: a J. Forest Sci.* pp 1-8. doi: 10.2989/20702620.2018.1474415.
- Castro, M. M. (2014). *Reactivación de la caficultura en los recintos San José / San Pedro y San Pablo de la comuna Sucre* (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil). Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17733/1/Tesis%20Marcela%20Mary%20Plua%20Castro.pdf>
- Date, S. (2019). La caída de los precios del café amenaza el cultivo de granos exquisitos. Obtenido de <https://www.infobae.com/america/mundo/2019/05/21/la-caida-de-los-precios-del-cafe-amenaza-el-cultivo-de-granos-exquisitos/>
- Ecocafesal. (2009). Importancia del café. Martes 20 de octubre. Disponible en: <http://ecocafesal.blogspot.mx/2009/10/importancia-del-cafe.html>
- Escarramán, A. (2018). Especies y variedades de café en República Dominicana. IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1-14.
- Fernández, F. (2009). La agricultura orgánica. Disponible en: [http://www.ecoportal.net./conteni-do/Temas\\_Especiales/Desarrollo\\_Sustentable/La\\_Agricultura\\_Organica](http://www.ecoportal.net./conteni-do/Temas_Especiales/Desarrollo_Sustentable/La_Agricultura_Organica).

- Figueroa Esther, Pérez Francisco, Godínez Lucila. (2015). La producción y el consumo del café. ECORFAN-Spain. ISBN 978-607-8324-49-1.
- ForumCafe. (2020). El café en Ecuador. Obtenido de <https://www.revistaforumcafe.com/el-cafe-en-ecuador>
- Forumcafe. (2019). El café en el Ecuador. Forum Cultural de Cafe. Obtenido de <https://www.revistaforumcafe.com/el-cafe-en-ecuador>
- Freddy, A. (2019). Boletín Técnico N.º 113. Obtenido de [repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/.../1/Boletín%20técnico%20Nº%20113.PDF](http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/.../1/Boletín%20técnico%20Nº%20113.PDF)
- Gabriel J, Castro C, Valverde A, Indacochea B (2017). Diseños experimentales: Teoría y práctica. Universidad del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador. 101 p.
- GAD (2019). Municipalidad del cantón Jipijapa, provincia de Manabí.
- González Hernán, Sadeghian Isiavosh, Jaramillo Álvaro. (2014). Épocas recomendables para la fertilización de cafetales. *Revista Técnica CENI-CAFÉ*. Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica Fondo Nacional del Café. ISSN - 0120 – 0178.
- <https://cafemalist.com>. (2020). Morfología y taxonomía del café: partes y características. Obtenido de: <https://cafemalist.com/morfologia-del-cafe/>.
- <https://quecafe.info>. (2019). Guía de fertilización del café. 9 ideas para mejorar productividad y sostenibilidad reduciendo costes. Por Susana Gómez Posada. Obtenido de: <https://quecafe.info/guia-fertilizacion-cafe-intensificacion-sostenible/>.
- <https://www.anecafe.org.ec>. (2019). Situación de la caficultura en Ecuador. Por Pablo Pinargote Gerente ANECAFE. Año 1. N.º 01. Diciembre 2019. Obtenido de: <https://www.anecafe.org.ec/local/public/doc/situacion%20del%20cafe%20en%20ECUADOR%20DIC%202019%20ANECAFE%20boletin1.pdf>
- Jijón, P. (2018). Resurge el café en Manabí. Obtenido de <https://revistademanabi.com/2018/04/08/resurge-el-cafe-en-manabi/>
- León, M. (2021). *Respuesta productiva del café arábigo sarchimor 42-60 (Coffea arábica L.) a diferentes fuentes de fertilización. Jipijapa*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2739/1/tesis%20Leon%20tutiven%20Maria%20Fernanda%20final%201....pdf>



- López, & Alarcón. (2011). El sulfato de calcio: propiedades y aplicaciones clínicas. *Scielo*, 4(3). Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-01072011000300012](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072011000300012)
- López, A. (2011). Modelo de gestión productiva para el cultivo de café (*Coffea arábica L.*) en el Ecuador. España.
- López, G. F.J, Escamilla P. E, Colmenero, Z. A, Cruz, C. G. (2016). Producción y calidad en variedades de café (*Coffea arábica L.*) en Veracruz, México. *Rev. Fitotec.* Mex. vol. 39 N.º 3, Chapingo jul. /sep. 2016. Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo. Km 6 Carretera Huatusco-Xalapa. 94100, Huatusco, Veracruz; México.
- Lumbi, D., & Zoledon, N. (2015). Evaluación del uso de micorrizas en el cultivo de café (*Coffea arábica*) en etapa de producción en la finca el Peten, comunidad Los Robles Jinotega, Nicaragua I semestre 2015. Matagalpa. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/3222/1/5627.pdf>
- Macedo, F. (2014). Efecto de tres fuentes y dosis de abono orgánico en el rendimiento del cafeto. (*Coffea arábica L.*) Camporredondo - Luya - Amazonas. Perú. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/520/BC-TES-4809.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MAGAP. (2021). MAGAP ejecuta proyecto de reactivación de la caficultura ecuatoriana. Ministerio de Agricultura y Ganadería .
- MAGAP. (s.f.). MAGAP entregó semilla de café mejorada proveniente de Brasil a pequeños cafetaleros de Zamora Chinchipe. Obtenido de MAGAP, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca: <https://www.agricultura.gob.ec/magap-entrego-semilla-de-cafe-mejorada-proveniente-de-brasil-a-pequenos-cafetaleros-de-zamora-chinchipe/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). La producción de cafés especiales toma fuerza en Manabí. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/01/14/nota/7137980/produccion-cafes-especiales-toma-fuerza>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG. (2018). El café manabita se seca con cáscara para conservar los azúcares. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). "Proyecto de reactivación de café y cacao fino de aroma": <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/cafe-secado-conservacion-azucars-manabi>

- MAGAP. (2019). Proyecto de Reactivación de la Caficultura Ecuatoriana. Quito. Obtenido de [https://www.agricultura.gob.ec/magap-ejecuta-proyecto-de-reactivacion-de-la-caficultura-ecuatoriana/#:~:text=En%20la%20caficultura%20ecuatoriana%20prevalece,de%20caf%C3%A9%20oro%20por%20hect%C3%A1rea\).&text=La%20baja%20productividad%20de%20las,de%20caf%C3](https://www.agricultura.gob.ec/magap-ejecuta-proyecto-de-reactivacion-de-la-caficultura-ecuatoriana/#:~:text=En%20la%20caficultura%20ecuatoriana%20prevalece,de%20caf%C3%A9%20oro%20por%20hect%C3%A1rea).&text=La%20baja%20productividad%20de%20las,de%20caf%C3)
- OIC. (2019) Organización Internacional del Café: <http://www.ico.org/documents/cy2018-19/ed-2318c-overview-flagship-report.pdf>.
- Orellana Bueno, D., Venegas Sánchez, S., & Pérez Jara, P. (2018). La realidad ecuatoriana en la producción de café. Recimundo. Obtenido de <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/download/218/html?inline=1>
- Parrales, T. (2018). *Determinación de las características morfológicas de 20 variedades e híbridos de café arábigo de alto valor genético*. Obtenido de Universidad Estatal del Sur de Manabí. UNESUM. Carrera de Ingeniería Agropecuaria: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1280>
- Patiño, M. (2002). Café en Ecuador. Manta-Ecuador: ANECAFE Asociación Nacional de Exportadores de Café. Coordinación editorial.
- Pincay Salvatierra, P. (2017). Universidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1041/1/Tesis-PINCAJ%20SALVATIERRA%20ROC%C3%8DO%20DEL%20PI-LAR-Rev%203%20%283%29.pdf>
- Plaza, A. L. F.; Loor, S. R. G.; Guerrero, C. H. E. y Duicela, G. L. A. (2015). Caracterización fenotípica del germoplasma de *Coffea canephora* Pierre base para su mejoramiento en Ecuador. ESPAM Ciencia, 6(1), 7-13.
- Productor, E. (2017). Rendimiento de café en el Ecuador.
- Quijije, N. (2019). *La producción agrícola y su incidencia en la economía de la ciudad de Jipijapa*. Jipijapa. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1772/1/UNESUM-EDU-ECU-ADM.agropecuaria-2019-05.pdf>
- Ramos, D., & Elein, T. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Scielo, 35(4). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000400007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007)

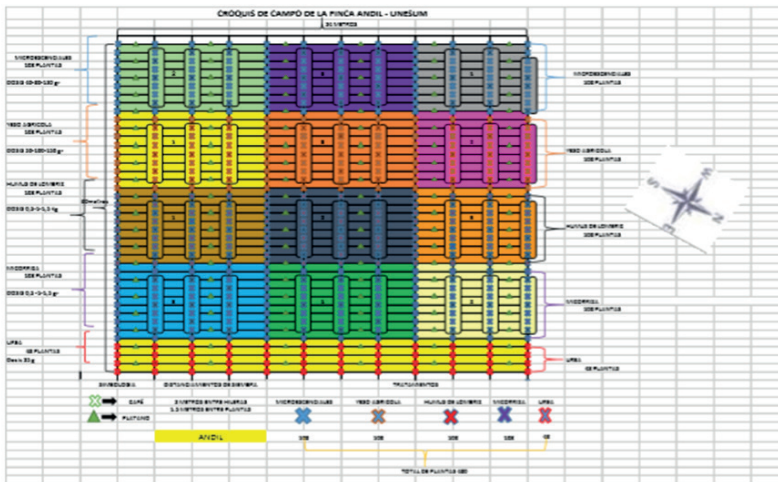
- Rojo Elena. (2014). Café I (G. *Coffea*). Reduca (Biología). Serie Botánica, 7(2), 113-132, 2014. ISSN: 1989-3620. Obtenido de: <https://eprints.ucm.es/27835/1/1757-2066-1-PB.pdf>
- Román, P., Martínez, M. M. y Pantoja A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor: experiencias en América Latina*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. 17-25 pp.
- Sadeghian, K, S. (2008). Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia, Guía Práctica. *Boletín Técnico, Núm. 32. Cenicafé*.
- Teixeira Alexandro, Avelar Flavia, Costa de Rezende, Barros Rocha Rodrigo, Pereira Alves. (2013) Análisis de principales componentes en caracteres morfológicos de café árabe en estadio juvenil. *Coffe Science, Lavras*, 8(2), 205-210, abril / junio. 2013
- Tumbaco, A. E. (2017). Análisis del proceso de comercialización del café orgánico y su incidencia socioeconómica en el cantón Santa Ana, periodo 2015-2016. Manta. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/30/1/ULEAM-ADM-0003.pdf>
- Vaca, L. A. (2018). Estudios del desarrollo social: Cuba y América Latina. *Scielo*, 1. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-01322018000100015&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322018000100015&lng=pt&nrm=iso)
- Valverde-Lucio, Yhony, Moreno Quinto, Joselyn, Quijije-Quiroz, Karen, Castro Landín, Alfredo, Merchán García, Williams, & Gabriel Ortega, Julio. (2020). Los bioestimulantes: una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica* L). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(1), 18-28.
- Vanegas, F. (2016). Coffea media. Obtenido de <https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2016/08/31/el-suelo-optimo-para-el-cultivo-de-cafe/>
- Virginio & Astorga. (2015). Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Obtenido de <http://www.cafesiboney.com/varietales/detalle/id=0xaa9d0915ce0c4231b603f8adc6dafb50> www.redcafe.org/.
- Villavicencio, L. D. (2018). *Propuesta de mejoramiento en el manejo del cultivo de café en el barrio Cango Viejo, parroquia Mercadillo, cantón Puyango*. Universidad Nacional de Loja, Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20854/1/Luis%20David%20Arias%20Villavicencio.pdf>

## Anexos, Capítulo II

### 2.1. Ubicación de la finca Andil



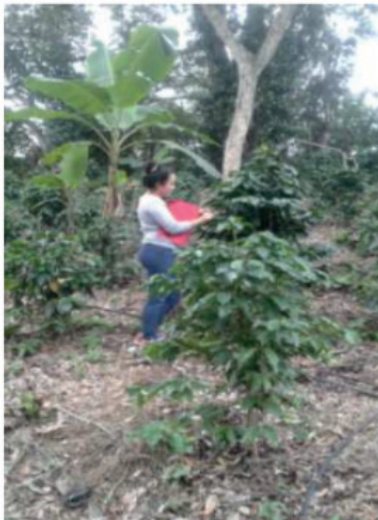
### 2.2. Croquis de campo



### 2.3. Señalización de las plantas en el cultivo de café



### 2.4. Toma de datos en el cultivo del café







## 2.5. Cosecha de café









## 2.6. Pesaje del fruto maduro

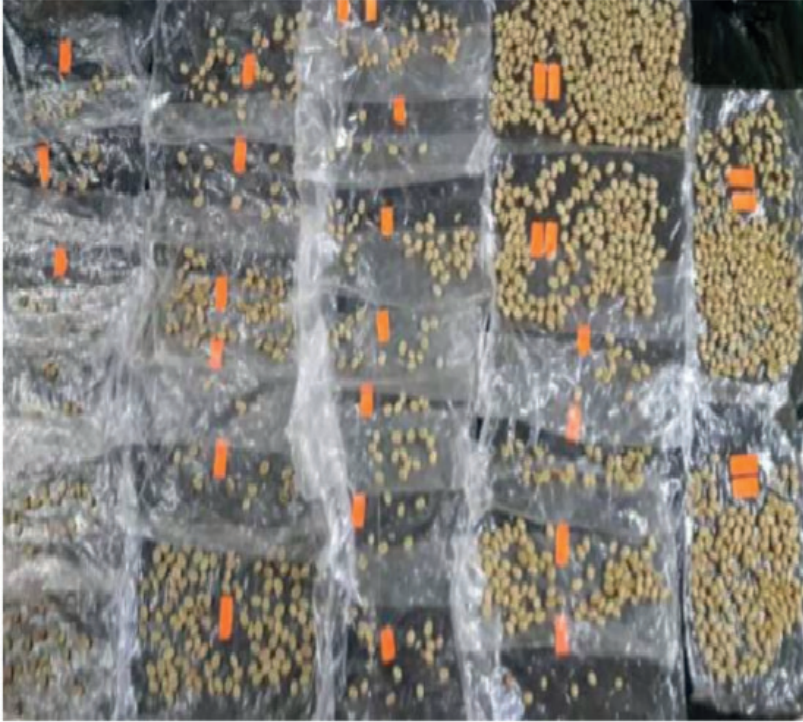




## 2.7. Despulpado del café



## 2.8. Secado del café

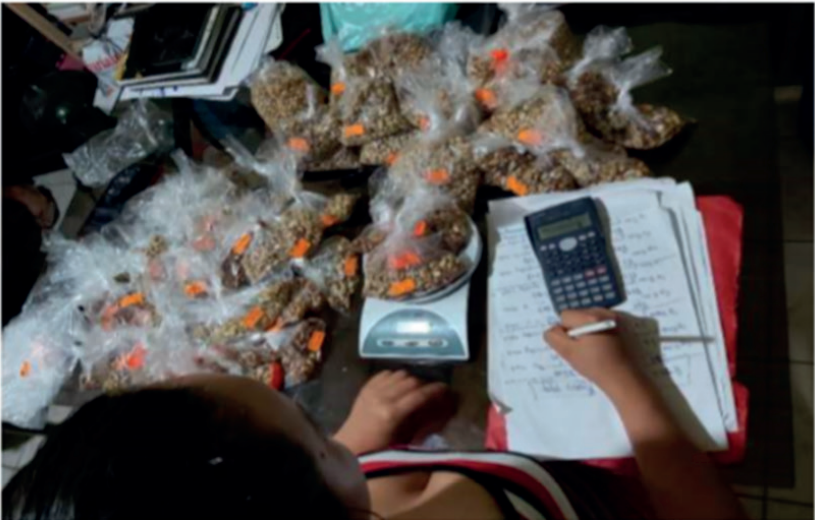


## 2.9. Peso del café pergamino seco y peso de la producción/planta



## 2.10. Peso del café pergamino seco y peso de la producción/planta





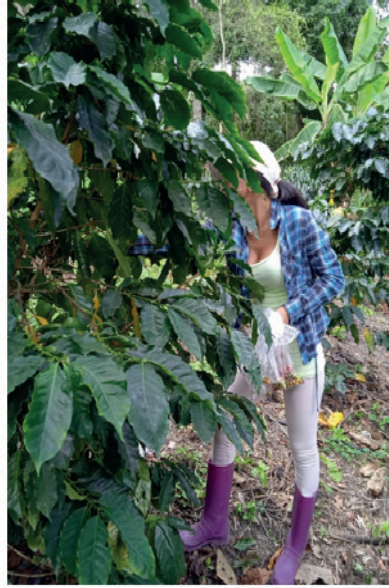


## 2.11. Ubicación de etiquetas en cada uno de los tratamientos



## 2.12. Cosecha fruto maduro





### 2.13. Conteo 100 muestras de fruto maduro



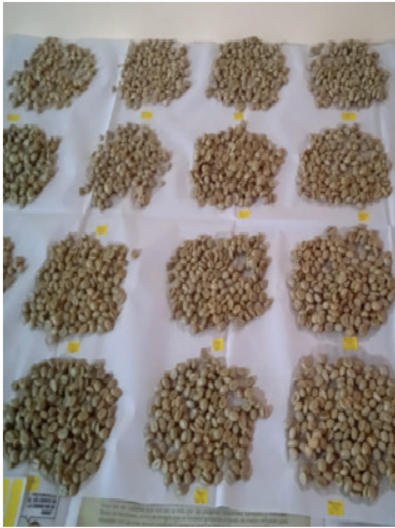
## 2.14. Despulpado del fruto



## 2.15. Peso de café pergamino húmedo



## 2.16. Lavado y secado de café

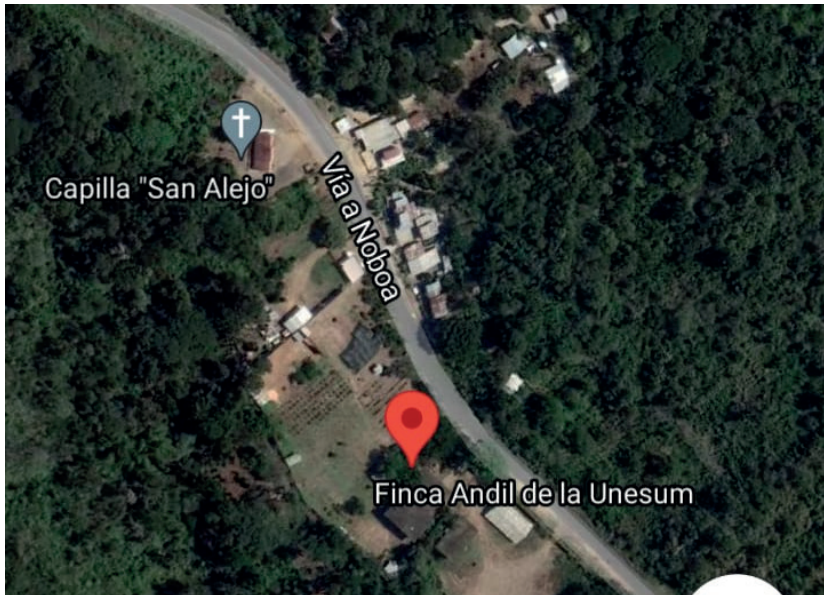


## 2.17. Café pergamino seco obtenido durante la segunda cosecha

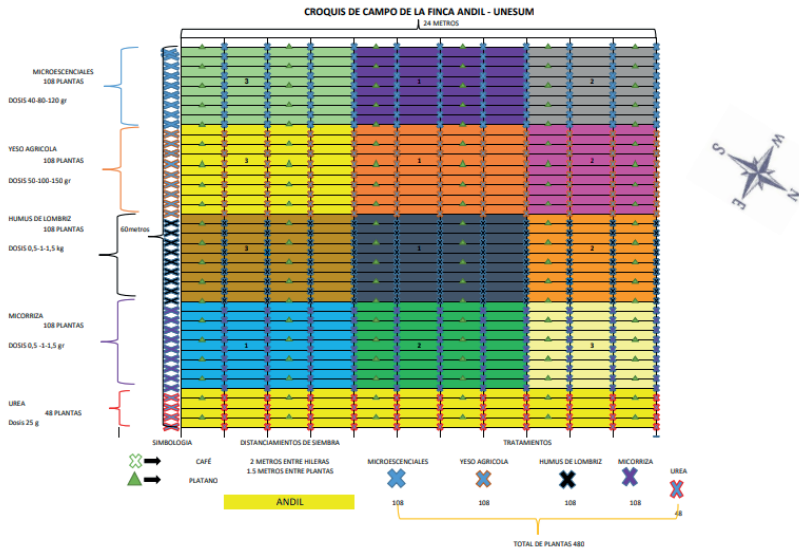




## 2.18. Ubicación de la finca Andil



2.19. Croquis de campo



## 2.20. Reconocimiento del área de trabajo y limpieza del café



## 2.21. Selección de granos maduros (pesado, imbibición y despulpado)



## 2.22. Despulpado, fermentación y lavado



### 2.23. Secado del café



### 2.24. Pesado de granos secos y enfundado final



# TOMO 2

## Estrategias para el manejo sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita **UNESUM 2022**



Publicado en Ecuador  
Marzo 2023

Edición realizada desde el mes de diciembre del 2022 hasta febrero del año 2023, en los talleres Editoriales de MAWIL publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito.

Quito – Ecuador

Tiraje 50, Ejemplares, A5, 4 colores; Offset MBO  
Tipografía: Helvetica LT Std; Bebas Neue; Times New Roman.  
Portada: Collage de figuras representadas y citadas en el libro.

# TOMO 2

## Estrategias para el manejo

sostenible del suelo y la producción cafetalera manabita

**UNESUM 2022**

### *Autores Investigadores*

Yhony Alfredo Valverde Lucio

Fernando Narciso Augusto Ayon Villao

Juan Miguel García Cabrera

Raquel Vera Velázquez

Carlos Alberto Castro Piguave

Blanca Soledad Indacochea Ganchozo

Johann Carlos Parrales Villacreses

Diana Julissa Valverde Lucio

ISBN: 978-9942-622-72-3



Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

**Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.