



UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA

Comportamiento morfológico del café (*Coffea arábica L.*) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos

AUTOR

Gladys Katherine Holguín Flores

TUTOR

Ing. Alfredo Valverde Lucio Mg. GPSP

JIPIJAPA - MANABÍ - ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor, certifico que el trabajo de titulación mencionado proyecto de investigación titulado “**Comportamiento morfológico del café (*Coffea arabica* L.) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos**”, es original, siendo su autora la Srta. **Gladys Katherine Holguín Flores**, egresada de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, trabajo elaborado de acuerdo a las normas técnicas de investigación y en base a las normativas vigentes de la Universidad, por lo que se autoriza su presentación ante las instancias Universitarias correspondientes.



Ing. Alfredo Valverde Lucio Mg. GPSP.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

APROBACIÓN DEL TRABAJO

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“Comportamiento morfológico del café (*Coffea arabica* L.) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos”

Sometida a consideración de la Comisión de Titulación de la carrera de Ingeniería Agropecuaria como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Dr. Alfredo González Vásquez Mg. DUIE.

Presidente del tribunal



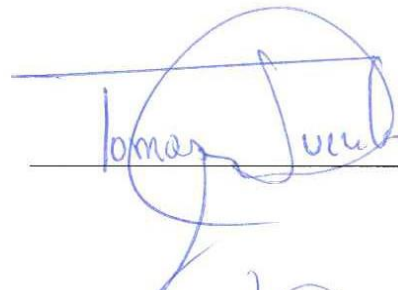
Ing. Washington Narváez Campana Mg. Sc.

Miembro del tribunal



Ing. Tomás Fuentes Figueroa Mg. Sc.

Miembro del tribunal



Ing. Fernando Ayón Villao Mg. Sc.

Miembro del tribunal



DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación menciono proyecto de investigación, cuyo tema es “**Comportamiento morfológico del café (*Coffea arabica* L.) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos**” corresponde a la egresada **Gladys Katherine Holguín Flores** exclusivamente y los derechos patrimoniales a la Universidad Estatal del Sur de Manabí.



Gladys Katherine Holguín Flores

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, por darme la vida porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar y permitirme haber llegado hasta esta etapa tan importante en mi formación profesional.

A mis padres por ser los pilares fundamentales y brindarme su cariño y apoyo incondicional a través del tiempo quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación depositando su entera confianza en cada reto que se me presento sin dudar ni un solo momento de mis capacidades, es por ellos que soy lo que soy ahora.

A todas las personas que han estado pendientes de mi superación y han sido de gran de ayuda en este proceso de formación, esta también se lo debo a ustedes gracias por quererme.

Gladys Katherine Holguín Flores

RECONOCIMIENTO

A Dios por protegerme durante todo este camino y darme fuerzas para superar los obstáculos y dificultades a lo largo de la vida. A mis padres por velar mi bienestar y por el arduo trabajo que han hecho durante todo este tiempo guiándome, enseñándome valores y sus valiosos consejos que me ayudan a enfrentar los retos que se me han presentado.

A la Universidad Estatal del Sur de Manabí, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades.

Mis agradecimientos al Ing. Alfredo Valverde Lucio MG. GPSP por haberme aceptado cortésmente ser mi tutor de tesis y la vez aceptarme en su grupo de investigación de lo cual mi tema de titulación forma parte, por sus consejos, paciencia, apoyo por su valiosa guía y asesoramiento durante mi proceso de titulación donde eh podido tener la oportunidad de aprender y acabar una parte de este trabajo.

Gladys Katherine Holguín Flores

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TRABAJO	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iv
DEDICATORIA	v
RECONOCIMIENTO	vi
RESUMEN	xii
SUMMARY	xiii
I. ANTECEDENTES	1
II. JUSTIFICACIÓN	4
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
3.1.- Formulación del problema	6
3.2.- Delimitación del problema	6
3.3.- Situación actual del problema	6
IV. OBJETIVOS	8
4.3. Hipótesis	8
V. VARIABLES	8
Variable dependiente	8
Variable independiente	8
VI. MARCO TEÓRICO	9
6. Generalidades del café	9
6.1. Clasificación taxonómica del cultivo de café	10
6.2. Morfología del café	10
6.3. Manejo del cultivo de café	12
6.4. Importancia del suelo en el cultivo de café	13
6.5. Edad del cultivo de café	14
6.6. Fenología del cultivo de café	14
6.7. Clima para el cultivo de café	15

6.8. Componente biofísico del cantón Jipijapa	16
6.8.1. Subsistemas hídricos	16
6.8.2. Vientos	16
6.8.3. Nubosidad	17
6.9. Distancia de siembra en café más apropiadas	17
6.9.1. Siembra en cuadrícula	18
6.9.2. Siembra en tresbolillo	18
6.9.3. Siembra en curvas a nivel	18
6.10. Híbrido Sarchimor 4260	18
6.15. Requerimiento nutricional del café	23
6.15.1. Fertilización inicial:	23
6.15.2. Fertilización complementaria:	24
6.16. Fertilización del café	24
6.17. Aspectos a considerar para la fertilización	26
6.18. Fertilizantes a utilizar en la investigación	27
6.18.1. Yeso Agrícola	27
6.18.2. Micorriza	28
6.18.3. Humus de lombriz	28
6.18.4. Micro esencial	29
6.18.5. Testigo urea	29
6.19. Principales enfermedades del café	29
6.19.1. Ojo de gallo	29
6.19.2. Roya del cafeto	32
6.20. Relación fertilización y enfermedades	34
6.21. Investigaciones similares hechas por otros investigadores	35
A. Materiales	38
B. Métodos	38
1. Ubicación	38
2. Factores en estudio	40

3. Tratamientos.....	40
4. Diseño experimental.....	41
5. Características del experimento	41
6. Análisis estadístico.....	42
7. Variables a ser evaluadas.....	42
8. Manejo específico de la investigación.....	43
VIII. RESULTADOS EXPERIMENTALES	45
IX. DISCUSIÓN.....	61
X. CONCLUSIONES.....	65
XI. RECOMENDACIONES.....	66
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXOS.....	75
Anexos 1. Cronograma	76
Anexo 2. Presupuesto	77
Anexo 3. Ubicación de la finca de Andil de la UNESUM	78
Anexo 4. Croquis de campo	79
Anexo 5. Fotos de desarrollo de la investigación.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Contenido	Página
1	Tratamientos del ensayo de investigación	40
2	Análisis de normalidad de los datos factor A	46
3	Análisis de normalidad de los datos factor B	47
4	ANOVAS de seis evaluaciones de altura de planta realizadas en la investigación	48
5	ANOVAS de diámetro de tallo de seis evaluaciones realizadas en la investigación.	51
6	ANOVAS de diámetro de copa de seis evaluaciones realizadas en la investigación.	53
7	ANOVAS de número de ramas de seis evaluaciones realizadas en la investigación	55
8	ANOVAS De seis evaluaciones de roya (<i>Hemileia vastatrix</i>) en el ensayo.	57
9	ANOVAS de seis evaluaciones de ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i>) en el ensayo	58
10	Valores del coeficiente de correlación de los análisis efectuados para seis variables.	59
11	Coeficiente de correlación de dos variables evaluadas en el ensayo.	60
12	Cantidad de fertilizantes por hectárea y su costo	60

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráficos	Contenido	Página
1	Prueba de Tukey al 0,05 sobre variable altura	49
2	Regresión lineal de altura de planta	50
3	Prueba de Tukey al 0,05 sobre variable diámetro de tallo	51
4	Comportamiento de diámetro de tallo en el tiempo.	52
5	Prueba de Tukey al 0,05 sobre variable diámetro de copa	54
6	Comportamiento de diámetro de copa en el tiempo	54
7	Prueba de Tukey al 0,05 sobre variable números	56
8	Comportamiento de números de ramas en el tiempo	56

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 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.

Palabras claves: Cultivares, Desarrollo morfológico, producción, caficultura, resistencia genética.

SUMMARY

Coffee's production is very important in the Jipijapa canton, and its low productivity is largely due to the inadequate use of fertilizers. The objective was to determine the morphological behavior of Sarchimor 4260 Arabic coffee in the growth stage with chemical and organic fertilizers. The explanatory scientific field methodology, which involves the use of an experimental design of random blocks in a 4 x 3 + 1 orthogonal and factorial arrangement, where factor A: Fertilizer types A1: Mycorrhizae + urea, A2: Earthworm humus + urea, A3: Agricultural plaster + urea, A4: Essential micro + urea and A5: Witness (urea); and the factor B doses, the same that obeyed the recommendations of each product. The variables evaluated at morphological level were plant height, stem diameter, crown diameter, number of branches, and in relation to the diseases, affectation due to rust and crow's eye was evaluated. The results stably a significant variability ($p < 0.01$) for morphological variables, but not for rust and crows eye diseases, which did not affect treatments. The correlation analysis determines the statistical relationship between plant height and stem diameter, crown diameter, number of branches and crow's eye disease. It is concluded that the best morphological response in the growth stage of the Sarchimor 4260 Arabic coffee is presented with the earthworm humus in a dose of 1.0 kg / plant + urea and the agricultural plaster with a doses of 100 gr / plant + urea, the witness to which only urea was applied, was the one that presented inferior results compared to the other treatments.

Keywords: Cultivars, Morphological development, production, coffee growing, genetic resistance.

I. ANTECEDENTES

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 Arábigo y Robusta a nivel nacional en el año 2017, indica que las variedades que permitieron a los productores de café Arábigo obtener sus resultados son el uso de las variedades: Caturra (25%), Catucai (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 1.985. 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).

La roya presenta cómo uno de los puntos más importantes a considerar en el patógeno (hongo), la duración de su ciclo reproductivo, la cantidad de inoculo 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% sólo se fertilizará con el 50% de la dosis definida en la interpretación del análisis; y uno con porcentajes superiores a ese sombrero, 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 permite desarrollar 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.

II. JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador, el café es uno de los productos del sector agropecuario que genera divisas e ingresos gracias a 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 junio, las variedades más utilizadas por el agricultor fueron Caturra (17% de superficie), Catucai (14% de superficie) y Sarchimor (18% de superficie), la densidad de siembra es de 3.419 plantas por hectárea, una planta de café Arábigo posee en promedio 1.37 ejes productivos y 15.15 ramas productivas de frutos, el 66% de productores sembraron material certificado, el 52% de los agricultores fertilizaron su cultivo, la fertilización promedio en elemento puro fue 0.45 qq/ha de nitrógeno, 0.75 qq/ha fósforo y 0.26 qq/ha de potasio. (Monteros, 2017).

Los nutrientes pueden reducir las enfermedades o disminuirlas a 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 que productos utilizados como fertilizantes en las plantas de café permite explotar al máximo el potencial genético como lo es el café arábigo Sarchimor 4260 y de esta manera garantizar un desarrollo morfológico idóneo, para garantizar posteriormente una elevada producción de grano por planta 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 la zona sur de Manabí.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1.- Formulación del problema

¿De qué manera la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos inciden en la resistencia a enfermedades (roya y ojo de gallo) y en el desarrollo morfológico del café (*Coffea arábica L.*) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento?

3.2. Delimitación del problema

Contenido: Comportamiento morfológico del café (*Coffea arábica L.*) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos.

Clasificación: Experimental

Espacio: Finca experimental Andil de la UNESUM

Tiempo: febrero – julio del 2019

3.3.- Situación actual del problema

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, limitada aplicación 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 vastratrix* (Berk et Br.), es un hongo que pertenece a la familia Puccineaceae, orden Uredinales, clase Basidiomycetes. Todos los hongos pertenecientes a este orden, son parasites 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 a que los productores no presentan conocimientos técnicos adecuados, además culturalmente el caficultor obedece a tradiciones sociales y productivas que no son sino paradigmas que históricamente han afectado y siguen afectando la producción y por ende la economía familiar, situación que afecta el desarrollo social y económico de la localidad, manejo agronómico de las plantas de café, en la relacionada al control de enfermedades y en lo referente a la aplicación de fertilizantes, para poder suplir el requerimiento de nutrientes que presenta el cultivo de café que incide en mantener deficiencia nutricionales en las plantas lo que incita a tener plantas de bajo rendimiento de grano y por lo consiguiente bajar la producción y desmejorando la calidad y cantidad de frutos obtenidos, también por las malas técnicas que se les brindan a los suelos por la mala práctica de los fungicidas aplicándolos de manera inadecuada limitando de esta forma la producción y así los ingresos económicos para los productores cafetaleros.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento morfológico del café (*Coffea arabica L.*) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos

4.2. Objetivos específicos

Evidenciar el desarrollo morfológico del café (*Coffea arabica L.*) sarchimor 4260 con diferentes tratamientos de fertilizantes químicos y orgánicos.

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.

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

4.3. Hipótesis

Hi: Los fertilizantes químicos y orgánicos inciden en el comportamiento morfológico del café (*Coffea arabica L.*) sarchimor 4260 en su etapa de crecimiento

Ho: Los fertilizantes químicos y orgánicos no inciden en el comportamiento morfológico del café (*Coffea arabica L.*) sarchimor 4260 en su etapa de crecimiento

V. VARIABLES

Variable dependiente

Comportamiento morfológico del café (*Coffea arabica L.*) sarchimor 4260

Variable independiente

Tipos de fertilizantes químicos y orgánicos con diferentes dosis

VI. MARCO TEÓRICO

6. Generalidades del café

El cultivo de café (*Coffea arabica*) es originario del norte de África, de allí pasó a Europa y se extendió por Asia y América. Fue introducido en Venezuela en el siglo XVIII, las primeras plantas de café fueron sembradas a orillas del río Orinoco. Posteriormente, se sembró en Caracas y desde allí se difundió a las zonas montañosas del país, como la Serranía Central, los Andes y el Oriente, sin embargo, es en Los Andes donde el cultivo alcanza su máximo desarrollo. El café junto con el cacao se convirtió en un factor económico muy importante en la sociedad colonial (Ormeño *et al.* 2017).

Las características productivas de café Arábigo a nivel nacional se resumen en:

- ✓ El mes de mayor cosecha para esta especie fue junio.
- ✓ Las variedades más utilizadas por el agricultor fueron Sarchimor (18% de superficie), Caturra (17% de superficie) y Catucaí (14% de superficie).
- ✓ La densidad de siembra fue de 3,419 plantas por hectárea.
- ✓ La planta de café Arábigo presentó en promedio 1.37 ejes productivos, 15.15 ramas.
- ✓ El 66% de productores sembraron material mejorado.
- ✓ El 52% de los agricultores fertilizaron su cultivo.
- ✓ La fertilización promedio en elemento puro fue 0.45 qq/ha de nitrógeno, 0.75 qq/ha fósforo y 0.26 qq/ha de Potasio.
- ✓ Los productores declararon a la roya como la plaga que afectó de mayor manera su rendimiento (Monteros, 2017).

La producción comercial de café generalmente dura de 20 a 25 años. La plantación tiene un primer ciclo de producción de cuatro a diez años a partir de la siembra, con dos ciclos de renovación con poda. El manejo adecuado de un cafetal requiere de la toma de decisiones correctas y en el momento oportuno, para mantener a través del tiempo una producción buena y estable.

La planificación del cultivo contempla el establecimiento, la renovación con siembra nueva o con poda de las plantaciones establecidas como estrategias para la producción sostenible del café (Romero *et, al.* 2015).

6.1. Clasificación taxonómica del cultivo de café

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Asteridae

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: Coffea

Especie: *Coffea arábica L.* (Educación Helvética S. A., 2019)

6.2. Morfología del café

La plántula productora del café es un arbusto tropical que se denomina Cafeto tiene unas características que la diferencian de otros árboles. Por ejemplo, sus hojas salen en pares, no tienen divisiones y los bordes son lisos.

La raíz

Penetra verticalmente los suelos hasta profundidades de 50 centímetros. De esta, salen otras raíces gruesas que se dispersan de manera horizontal. A través de este órgano, la plántula capta el agua y los nutrientes necesarios para su crecimiento y producción. Además, se acumulan allí las sustancias que luego van a alimentar las hojas y los frutos (Almánzar, 2018).

Tallo y ramas

Forman el esqueleto del cafeto. En los nudos del tallo principal se encuentran varios tipos de yemas. Algunas de ellas dan origen a las ramas primarias y las otras forman las flores. Son las ramas nuevas las que permiten la cosecha en su totalidad, porque facilitan una mejor floración y producción futura (Almánzar, 2018).

La hoja

Permite que el cafeto realice el proceso de fotosíntesis, transpiración y respiración. Las hojas nacen en las ramas cada 15 o 20 días. Cada árbol de café de un año tiene unas 440 hojas en promedio, estas duran un año más, hasta que se renuevan. Aunque este tiempo puede reducirse por la sequía, altas temperaturas y la mala nutrición de la plántula (Almánzar, 2018).

La flor

Es la que da origen al fruto del café. Las flores aparecen en los nudos de las ramas hacia la base de las hojas. Allí se ubican grupos de cuatro o más flores sobre un tallo corto conocido como glómerulo. Cada hoja puede tener otros cuatro de estos glómerulos. Según los análisis de Cenicafé, el proceso de formación de las flores en un cafeto se demora hasta cinco meses y tiene cuatro etapas: 1. Iniciación floral y diferenciación, 2. Corto período de latencia (tiempo que transcurre entre un estímulo y la respuesta que produce). 3. Renovación rápida del crecimiento del botón floral. 4. Apertura de las yemas (Almánzar, 2018)

El fruto

Es el resultado de la fusión del grano de polen con el óvulo. De este también proceden las semillas. El fruto tiene cuatro etapas de formación: 1. Se forma el fruto y empieza su crecimiento en tamaño y peso, va desde la fecundación hasta la sexta semana. 2. Comienza un crecimiento más rápido del peso y volumen, se requiere agua para que no se estanque el fruto. También se conoce como "el grano lechoso". 3. Crecimiento exterior del fruto no se evidencia, pero sí hay una formación mayor en su interior. Hay mayor demanda de nutrientes, se endurece la almendra. Si falta agua, el fruto no se forma bien y se produce el grano averanado. Su periodo es desde la décima sexta a la vigésima séptima semana después de la fecundación. 4. Esta etapa comprende desde la vigésima séptima a la trigésima segunda semana después de la fecundación. Aquí continúa la maduración y cambio de color del fruto hasta verse rojizo o acerezado (Almánzar, 2018).

La semilla

Se compone de la almendra y el pergamino. La primera es dura y de color verdoso. La segunda protege la semilla como una especie de cubierta. Esta tiene una sustancia azucarada que se llama "mucílago" o "baba" (Almánzar, 2018).

6.3. Manejo del cultivo de café

Control de malezas:

Se recomienda combinar la roza manual con la aplicación de herbicidas. Normalmente la roza se efectúa durante la época lluviosa, particularmente durante la etapa de crecimiento (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2014).

Riego

La época de riego, así como la cantidad y frecuencia de agua que necesita el cultivo, se determina en base a las precipitaciones de cada zona, densidad poblacional, fenología del cultivo, entre otros. En términos generales un cafetal que cuente con sombra y cobertura con mantillo, requiere de 20 litros por planta en la etapa de crecimiento, en tanto que para producción requiere de 40 litros por planta, en ambos casos esta cantidad se debe disponer una a dos veces por semana. Los tipos de riego difieren de las condiciones y características de cada unidad productiva entre las que se destaca el riego por gravedad, aspersión y goteo. El agua de riego debe tener un pH de 6,5 a 7,5; sin contaminante físicos, químicos o biológicos. Una buena práctica es determinar la calidad del agua en base de muestras de agua (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2014).

Deshierbas

Las malezas son plantas que compiten por luz, agua, nutrientes y espacio. Estas pueden ser herbáceas o arbustivas, que según su grado de presencia puede constituirse en un factor limitante en el desarrollo vegetativo del cultivo. Para el manejo adecuado se puede combinar varias prácticas entre las que se destaca: control mecánico, manual o químico, uso de mantillo, coberturas con plantas nobles, etc. Con el control manual se utiliza machete, azadón o lampa; en tanto que, para el control mecánico principalmente

se utiliza la moto guadaña, en ambos casos el corte adecuado es a los 5 centímetros. Los residuos de cosechas de ciclo corto, hojarasca o todo material vegetal similar colocado sobre la superficie del suelo, usado como mantillo, permite controlar malezas y mantener la humedad del suelo, fundamental en los primeros años de vida del cultivo. La cobertura con plantas poco competitivas con el café (nobles) es otra opción, entre las que tenemos a *Centrosema sp.*, *Desmodium sp.*, *Floscopa sp.*, *Floscopa robusta*, entre otras. El uso de herbicidas hace como complemento de los otros métodos, y no debería constituirse como el único, dentro de los principales ingredientes activos utilizados para el control químico se encuentran: glifosato, fluazifopbutil y oxyfluorfen (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2014).

6.4. Importancia del suelo en el cultivo de café

El suelo constituye la despensa desde donde las raíces pueden acceder a los nutrientes cuando la planta así lo requiera, y aunque en un amplio sentido se considere que en un suelo con textura arenosa el almacenamiento de elementos nutritivos pueda darse en períodos de tiempo inferiores que en aquel donde la arcilla es predominante, es oportuno aclarar que el lavado de nutrientes por exceso de lluvia no depende única y exclusivamente de la textura. Es bien sabido que otras características físicas, químicas y biológicas forman parte integral de este recurso, así como su combinación, definen la dinámica del agua y la reserva potencial de nutrimentos (CENICAFÉ, 2014).

El suelo es uno de los recursos más importante que se tiene, es por ello, que se debe conservar y mejorar, además de dar soporte a las plantas, brinda los nutrientes a los cultivos, con lo que se puede obtener mayor producción. Para ello, se debe adoptar algunas prácticas que permitan conservar el suelo, el agua y el ambiente, como las siguientes:

Reposición de materia orgánica: con la aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes, incorporación de residuos de cosechas, entre otros.

Cobertura vegetal: significa no tener cultivos limpios, el suelo debe tener alguna capa de vegetación o mulch que lo proteja.

Prácticas que permitan controlar la erosión: curvas a nivel, zanjas, entre otras.

Sistemas agroforestales: es un método de aprovechamiento de la tierra que combina la utilización de los árboles para productos y servicios ambientales con los cultivos agrícolas y animales. Se aprovecha mejor el espacio superior, las ramas de los árboles, y espacio inferior, las capas profundas del suelo (Ormeño et, al. 2017).

Es oportuno manifestar que se realizó un análisis de suelo en el escenario donde se realiza la investigación, determinando que es un suelo franco-arcilloso con textura de arena 30%, limo 36% y arcilla 34%, materia orgánica alcanza el 2,5 %, con un contenido de nitrógeno de 34%, fósforo 42%, potasio 1.30%, calcio 22%, magnesio 4.2%, azufre 8%, zinc 2.6%, cobre 2.9%, hierro 24%, manganeso 23.3%, boro 0.19% y con un Ph de 6.9 neutro.

6.5. Edad del cultivo de café

La edad del cultivo tiene influencia directa, toda vez que la raíz puede crecer “armónicamente” con el aumento de biomasa de la parte aérea. Regularmente, la mayor cantidad de raíces activas del café se hallan en los primeros 10 cm de profundidad en el suelo y pueden extenderse hasta 1,5 m de distancia horizontal, desde el tallo principal, según la edad y la distancia de siembra; aspecto que permite garantizar la cobertura del terreno con hojas y raíces, que impiden el impacto directo de las gotas lluvia (CENICAFÉ, 2014).

6.6. Fenología del cultivo de café

Las fases fenológicas de crecimiento vegetativo y reproductivo en el café son una respuesta a los estímulos ambientales, en especial la distribución de las lluvias durante el año. Como una respuesta a la distribución de los períodos secos y húmedos de la zona cafetera se da la distribución de la cosecha en las diferentes regiones de la zona cafetera (CENICAFÉ, 2014).

En la zona cafetera colombiana los diferentes estados fenológicos de la planta de café se manifiestan de manera simultánea, es decir, en una misma planta es posible encontrar formación de nudos, hojas, estructuras de floración y frutos en diferente estado de desarrollo, aspecto que conduce a que se presente una permanente competencia por asimilados. Por consiguiente, con la fertilización se debe garantizar

la nutrición de la cosecha que se encuentra en formación y el desarrollo de las estructuras soporte de los siguientes ciclos de producción (CENICAFÉ, 2014).

6.7. Clima para el cultivo de café

La distribución de la lluvia en las diferentes regiones cafeteras de Colombia está asociada principalmente al movimiento latitudinal de la Zona de Confluencia Intertropical, la cual determina la ocurrencia de los períodos secos y húmedos. Los cambios en la temperatura superficial del océano Pacífico, que dan lugar a la formación de El Niño y La Niña, modifican activamente la disponibilidad hídrica para el cultivo. Durante ambos eventos, la distribución de la lluvia conserva el patrón que históricamente se reconoce en la zona; la diferencia radica en que, durante La Niña, los excesos de lluvia que fluctúan entre 35% y 57%, se concentran en los meses que habitualmente suelen ser de menor lluvia, es decir, de diciembre a febrero y entre junio y agosto. Si se trata de El Niño, las lluvias se reducen sustancialmente durante las épocas citadas (CENICAFÉ, 2014).

En un período de tiempo en el cual no se presenta alguno de los eventos anteriores, el régimen de lluvias se aproxima al histórico para la zona y se conoce como un año Neutro. La cantidad y distribución de la lluvia al afectar la disponibilidad de agua en el suelo, constituye un factor clave de la producción, no sólo por permitir la manifestación de las etapas fenológicas de la planta, sino porque a partir de su ocurrencia se deriva la integración del conjunto de prácticas agronómicas requeridas por el cultivo, como la selección de sistemas agroforestales, manejo sanitario y épocas de fertilización, entre otras. Específicamente en el tema de la fertilización, la humedad es requerida para la disolución de los fertilizantes y la actividad de los microorganismos involucrados en los procesos químicos de transformación de los mismos (particularmente nitrógeno, fósforo y azufre), y es también el vehículo para que los nutrientes resultantes de estos procesos se muevan desde la solución del suelo hacia a la raíz de la planta (CENICAFÉ, 2014).

El suministro de fertilizantes en un suelo con muy poca humedad, tal como ocurre durante épocas secas, comprometería la eficiencia de la práctica debido a la manifestación de los siguientes efectos: i) Una baja disolución del producto fertilizante

con la subsiguiente formación de costras, tanto en la superficie como en el interior del suelo, incluso si el abono es incorporado; ii) La absorción de los elementos por la planta estaría limitada toda vez que el agua es vehículo de transporte de los nutrientes hacia la raíz; y iii) Aumenta el potencial de pérdidas de elementos por volatilización, de manera especial cuando el fertilizante empleado es urea (CENICAFÉ, 2014).

6.8. Componente biofísico del cantón Jipijapa

El territorio correspondiente al cantón Jipijapa está constituido por múltiples ecosistemas mayoritariamente terrestres, pero también acuáticos, intervenidos y naturales, presenta un relieve que va desde 50msnm hasta los 800 msnm, donde se alojan elementos de la naturaleza en permanente interacción con poblados que se encuentran en crecimiento y desarrollo en muchos de sus aspectos, el ambiente y sus recursos están muy vinculados a este desarrollo.

Un amplio territorio cuyo relieve predominante son elevaciones que conforman la mayor parte del cantón, se ubican en la parte Nor-este y sur del cantón, territorio que tiene una importancia significativa por su vegetación.

6.8.1. Subsistemas hídricos

El recurso hídrico está conformado por río y esteros intermitentes uno de ellos atraviesa la parte urbana de la ciudad y sus afluentes, junto a otros cuyas cuencas hidrográficas están contenidas en las jurisdicciones parroquiales que a su vez cuentan con afluentes menores. La sección baja de las microcuencas junto a los pies de vertientes, o lugar de los ríos y esteros, conforman sitios altamente productivos por la calidad de los suelos de las terrazas de formación aluvial. En los márgenes de los ríos, se dan formación de materiales pétreos muy útiles para la obra pública y para el sector de la construcción (GAD-Jipijapa, 2015).

6.8.2. Vientos

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Jipijapa tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 7,8 meses, del 20 de mayo al 14 de enero, con velocidades promedio del viento de más de 13,4 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 12 de octubre, con una velocidad promedio del viento de 17,0 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 4,2 meses, del 14 de enero al 20 de mayo. El día más calmado del año es el 22 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 9,8 kilómetros por hora (<https://es.weatherspark.com>, 2019)

6.8.3. Nubosidad

En Jipijapa, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año. La parte más despejada del año en Jipijapa comienza aproximadamente el 25 de mayo; dura 4,8 meses y se termina aproximadamente el 19 de octubre. El 8 de agosto, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 62 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 38 % del tiempo. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 19 de octubre; dura 7,2 meses y se termina aproximadamente el 25 de mayo. El 24 de febrero, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 81 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 19 % del tiempo (<https://es.weatherspark.com>, 2019).

6.9. Distancia de siembra en café más apropiadas

La densidad de siembra es el número de plantas por unidad de área de terreno y va a estar determinada por el porte de la variedad a establecer (altura y amplitud de copa), distancia de siembra, pendiente del terreno y las condiciones climáticas presentes en la unidad de producción. La densidad de siembra tendrá una marcada influencia sobre la capacidad de producción de las plantas, por los efectos que en estas se producen por la competencia con otras plantas de la misma especie o de otras, que se encuentran dentro del mismo espacio del terreno.

6.9.1. Siembra en cuadrícula

Consiste en trazar una cuadrícula en el terreno, por ejemplo: de 1 x 2 metros, es la más recomendable en terrenos planos o con suaves pendientes 10%. La separación entre plantas e hilos depende de la variedad, del clima (humedad relativa), de la pendiente, de la sombra, entre otros. Este sistema de siembra evita los problemas fitosanitarios y, a su vez, facilita las labores cotidianas que se realizan en el cultivo.

6.9.2. Siembra en tresbolillo

Este método de siembra se emplea en terrenos planos y con pendientes hasta 45%, y consiste en disponer las plantas de tal manera que queden ubicadas formando un triángulo.

6.9.3. Siembra en curvas a nivel

Este método de siembra consiste en sembrar las plantas dispuestas en hileras en el contorno de la ladera, en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel (Ormeño *et. al.* 2017).

6.10. Híbrido Sarchimor 4260

Las variedades de introgresión son aquellas que poseen algunos rasgos genéticos de otra especie, en este caso, *C. canephora* o Robusta. ("Introgresión" significa "traído.") En la década de 1920, una *C. arabica* y una *C. canephora* en la isla de Timor Oriental se reprodujeron sexualmente para crear un nuevo material, que ahora se conoce como Híbrido de Timor. Este material era una variedad Arábica que contenía genes de *C. canephora* que permitió que las plantas tuvieran resistencia a la roya. Los expertos en café se dieron cuenta del valor de esta resistencia a la roya y comenzaron a usar el Híbrido de Timor en experimentos para crear nuevas variedades que podrían ser resistentes a la roya. Seleccionaron diferentes "líneas" de Híbrido de Timor y, a continuación, las cruzaron con variedades Arábicas de alto rendimiento y de porte bajo, Caturra y Villa Sarchí. Estos 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 Catimores y Sarchimores. (AGROAVANCES, 2016)

Es importante señalar que, contrariamente a la creencia común, ni Catimor, ni Sarchimor son en sí mismas, distintas variedades individuales. Muchas de estas variedades en este catálogo. Estas variedades tradicionalmente se han asociado con una menor calidad de taza, pero que han sido esenciales para los caficultores de la región, para los cuales la roya es una amenaza importante (AGROAVANCES, 2016).

El Sarchimor se originó del cruzamiento de las variedades Villa Sarchi CIFC 971/10 por híbrido de Timor CIFC 832/2, desarrollado en el centro de investigaciones de las royas del cafetero, Oeiras, Portugal (Quijano y Gil 2009, IHCAFE 2003). Al Ecuador se introdujeron, en 1985, las líneas Sarchimor C-1669 y Sarchimor C-4260, seleccionadas en el Instituto Agronómico de Campinas (Brasil) (Donoso, 2005).

El híbrido Sarchimor C-1669 tiene una amplia adaptabilidad, principalmente en las zonas secas de las provincias de Manabí, El Oro y Loja; se caracteriza por el porte bajo, brotes de color bronceado, alta productividad, reducido índice de frutos vanos y resistencia a la roya. El híbrido Sarchimor C-4269 se caracteriza por el porte mediano, brotes tiernos bronceado-rojizos, alta productividad, bajo índice de frutos vanos y resistencia a la roya (Duicela, 2014).

6.11. Fertilización química

Los fertilizantes son útiles para proporcionar la cantidad suficiente de alimentos para alimentar a la población mundial. Sin embargo, pueden hacer mucho más. Una clase de fertilizantes llamados fertilizantes de micronutrientes está diseñada para enriquecer los cultivos con nutrientes vitales que sirven de complemento para la salud humana. Los fertilizantes son esenciales para la seguridad del suministro de alimentos del mundo y deben utilizarse adecuadamente (ChemicalSafetyFacts.org, 2019).

La Fertilización química, es la mejor opción del agricultor para suplir las necesidades del suelo y las plantas. En la era moderna se hizo necesario fertilizar los cultivos con diferentes fertilizantes para aumentar la producción y satisfacer las crecientes necesidades de alimentos, donde la población del planeta más de 7 mil millones de personas, deben usar diferentes fertilizantes para aumentar el suministro de alimentos (Pérez, 2018).

6.12. Fertilización orgánica

La productividad de los cultivos está determinada, en gran parte, por la fertilidad del suelo en los que se alojan, una reserva adecuada de nutrientes, permitirá asegurar su reposición equilibrada y cultivos más productivos y sanos. Mediante prácticas que favorezcan el mantenimiento o incremento de la fertilidad de los suelos, aseguramos el reciclaje de un recurso no renovable, los nutrientes. La Fertilización Orgánica (FO) tiene por objetivo cubrir el déficit entre las entradas y salidas de nutrientes en el suelo para mantener e incrementar su fertilidad presente y futura, todo ello sin malgastar recursos no renovables ni energía y sin introducir tóxicos o contaminantes (INVERSANET, 2013).

Las claves de la FO y algunas de las prácticas agroecológicas que favorecen el correcto manejo del suelo son las siguientes:

Evitar al máximo la pérdida de nutrientes por el lavado del suelo (la lluvia y el riego arrastran nutrientes hasta zonas muy profundas impidiendo que las raíces accedan a ella).

Incorporar al suelo todos los residuos orgánicos vegetales y/o animales, es decir, materia orgánica: estiércol, restos de cosechas, compost, vermicompost o humus de lombriz, etc., (INVERSANET, 2013)

Cuando se habla de fertilizantes orgánicos, hay que aclarar que en algunos países, se entiende por fertilizantes orgánicos, aquellos que pueden emplearse en agricultura ecológica de acuerdo con alguna norma internacional (europea, norteamericana, japonesa, etc.) y certificado por alguna empresa externa acreditada, mientras que un concepto más genérico es, tal como se ha definido recientemente en los grupos de trabajo de la Comisión Europea, fertilizantes cuyos nutrientes son contenidos en material orgánico, de origen animal, vegetal u otro origen orgánico natural constituido por compuestos/materiales, en los que los principales nutrientes están químicamente enlazados o forman parte de estas matrices orgánicas (Gómez, 2019).

6.13. Importancia del uso de la fertilización química y orgánica

En la agricultura antigua la materia orgánica era el único fertilizante disponible. Se trataba de abono - estiércol. Estas prácticas agrícolas ancestrales aportaron materia orgánica, carbono, nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Sin embargo, con el advenimiento de los fertilizantes sintetizados químicamente, el uso de fertilizantes de materia orgánica sólida ha quedado en el camino a favor de formulaciones químicas más eficientes, excepto entre los agricultores orgánicos más tradicionales. De hecho, los fertilizantes sintetizados químicamente son más predecibles y contienen mayores concentraciones de nutrientes. Aunque son válidas, estas preocupaciones no deben impedir que se integren las aplicaciones de la materia orgánica en el programa de fertilización, aunque sólo sea para invertir en la calidad del suelo a largo plazo y para ahorrar en fertilizantes convencionales (smart-fertilizer.com, 2017).

Cuando se diseña un plan de abonado, es frecuente centrarse en fertilizantes minerales con diversos equilibrios NPK, elementos secundarios (Azufre, Calcio, Magnesio) y microelementos (Fe, Mn, Cu, Zn...). La fertilización mineral aporta los nutrientes que necesita la planta para su correcto desarrollo, con la ventaja de que se puede escoger el equilibrio que más se adapte al cultivo y al tipo de suelo (Herogra Fertilizantes, S.A, 2016).

Pero no se debería olvidar los fertilizantes orgánicos, que, aunque puedan tener ciertas limitaciones en cuanto a riqueza, también aportan nutrientes básicos para el cultivo. Su principal componente es la materia orgánica. La materia orgánica tiene una importancia agronómica fundamental, ya que mejora la estructura del suelo y la actividad biológica, además favorece la asimilación de los nutrientes minerales y por tanto la eficiencia de la fertilización mineral (Herogra Fertilizantes, S.A, 2016).

Los fertilizantes órgano-minerales, son combinación de materiales orgánicos y minerales, es decir, contienen materia orgánica y nutrientes minerales en el mismo producto. Durante su fabricación se adicionan a los componentes orgánicos, abonos minerales, de tal manera que cuando se aportan al suelo, incorporan materia orgánica y nutriente de origen mineral. Son un camino intermedio entre los fertilizantes orgánicos y los fertilizantes minerales. Dependiendo de las materias primas que se

usen, pueden emplearse para agricultura ecológica o no. La principal ventaja de estos fertilizantes es que con una sola aplicación se incorpora materia orgánica y nutriente por lo que se favorece la asimilación de éstos. Pueden fabricarse en forma de granulado o pellet, pero también es posible disponer de formulaciones líquidas que permiten su aplicación mediante el sistema de riego (Gómez, 2019).

6.14. Importancia del uso de sombra en cultivo de café

La agroforestería término acuñado por Budowsky en Costa Rica en la década del 70 implica un enfoque multidisciplinario entre la agronomía, la forestería y la ganadería. Además, busca la sostenibilidad de los cafetales, imitando la naturaleza, al convertir los monocultivos de café en múltiples cultivos, los que se conocen como sistemas agrosilviculturales permanentes. Los otros cultivos o especies introducidas en el cafetal son árboles de sombras maderables, leñosas o frutales. Se ha demostrado que los árboles de sombra podrían incrementar la sostenibilidad del sistema al mejorar el reciclaje de nutrientes, al aumentar el contenido de materia orgánica tanto dentro como sobre el suelo, al disminuir la erosión hídrica y escorrentía con la presencia del mulch, al producir tazas transpiratorias estables con la regulación de la temperatura del aire, la humedad relativa, y otros efectos benéficos (Landa, 2019)

Anualmente a los árboles de sombra se les deben podar, con el propósito de mejorar su copa para el sombrero de los cafetos. La poda debe ser pensando en eliminar ramas viejas, mal formadas o dañadas, sombra traslapada o por cualquier circunstancia. La cantidad de árboles por hectárea se debe ajustar en un rango de 100-170 con un diámetro ≥ 10 cm equivalente a ± 60 cm de perímetro, con tres estratos arbóreos y la presencia de árboles emergentes. Se debe promover una riqueza de especies de sombra de al menos 12 especies de árboles nativos. Tomando en cuenta los resultados del estudio, la mayoría de las parcelas que están clasificadas en el sistema de montaña se deben remover algunos árboles (ABC México, 2018).

El beneficio a la biodiversidad que por su tipo de cultivo proporciona el café de sombra, la cual le proveen los arbustos y árboles de los bosques o selvas en medio de las que crecen sus plantaciones, estriba en que además de favorecer la conservación de vegetación nativa constituye el hábitat de una gran diversidad de flora y fauna. La

bióloga Huerta Ocampo comentó que los cafetales de sombra coadyuvan a la preservación de miles de especies entre plantas, insectos, vertebrados, invertebrados, hongos, bacterias y demás organismos como aves, hormigas, arañas, mariposas o reptiles que además, en su mayoría, son endémicos, es decir exclusivos de México; contrario a los cafetales rodeados por zonas agrícolas o ambientes fragmentados en donde la diversidad y abundancia de todas esas especies disminuye considerablemente (Cacho, 2015).

El agroecosistema cafetalero bajo sombra ha contribuido a mitigar la pérdida de los servicios ambientales que provee el bosque mesófilo en la región central montañosa de Veracruz. Esto se debe en gran medida a que es un cultivo amigable con dicho ecosistema forestal. Sin embargo, a pesar de los múltiples servicios que proporciona, la caficultura ha estado perdiendo importancia entre los productores. El objetivo de este trabajo fue identificar la percepción de los productores sobre la importancia del cultivo de café bajo sombra en la prestación de servicios ambientales y si esto influye en su disposición a conservarlo (Ruelas *et. al.* 2014)

En lo que respecta al área donde se efectúa la investigación, se calcula que cuenta con un 35 % de sombra, lo cual es técnicamente recomendable, si se espera una adecuada asimilación de los nutrientes.

6.15. Requerimiento nutricional del café

Los elementos químicos más importantes para una buena nutrición de los cafetos son: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn y B. La detección de las deficiencias o de los excesos de los nutrimentos en los cafetales, se basa en un control permanente.

6.15.1. Fertilización inicial:

La fertilización básica, al momento de plantar los cafetos es una práctica fundamental para asegurar una alta productividad. Se recomienda la aplicación de 100 a 150 g/hoyo del abono químico 10-30-10, 18-46-0 u otro fosfatado, de preferencia mezclado con una porción de compost de 1 a 2 kg/hoyos. Si el suelo donde se establece el cafetal tuviese un pH menor de 5.5; al momento de plantar los cafetos deberá añadir una porción de cal, ceniza o roca fosfatada; en el caso de tener con una carencia de azufre,

al momento de plantar los cafetos, se puede incorporar una porción de sulfato de calcio (yeso). 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 acidez del suelo; información que se obtiene mediante el análisis químico del suelo (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2014).

6.15.2. Fertilización complementaria:

Después que las plantas cumplieron el primer año en el sitio definitivo, usualmente al inicio de la siguiente época lluviosa, se aplican 30 g de urea más 30 g de fertilizante completo 10-30-10 en corona amplia comenzando a unos 20 cm del tallo de las plantas. Transcurridos tres meses se completa con otros 30 g de urea y otra cantidad similar de fertilizante completo 10-30-10. Al segundo año del trasplante se fertiliza con 50 g de urea más 50 g de abono completo 10-30-10 en corona ancha comenzado a 30 cm del pie de las plantas y siguiendo hasta la proyección de la copa. Dos a tres meses más tarde, se aplican otros 50 g de urea más 50 g de abono completo 10-30-10. Cabe indicar que las dosis descritas son para cafetales bajo condiciones de mediano sombreado (máximo 30% de sombra) tales dosis deben duplicarse y en otros caso triplicarse (dependiendo de los resultados del análisis de suelo) si se trata de cultivo a plena exposición solar (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2014).

6.16. Fertilización del café

Del total de la lluvia que cae en un ecosistema cafetero, de acuerdo con la densidad de siembra y el nivel de sombra, un porcentaje de la misma alcanza el suelo (lluvia efectiva) y otro tanto queda en la parte aérea de la plantación. Esto significa que un evento de lluvia ocurrido justo después de la fertilización, no implica una pérdida inmediata de nutrientes por lixiviación, pero tampoco la disolución total de los fertilizantes. Una vez los fertilizantes se disuelven, los nutrientes que los componen pasan a formar la reserva del suelo y quedarán a disposición de la planta cuando así lo requiera.

A través de la raíz el café adquiere la mayor parte de nutrientes minerales, los cuales deben estar en solución para que puedan ser absorbidos. En este sentido, es necesario que se presente humedad no sólo para la disolución de los fertilizantes, cualquiera que

sea su naturaleza, sino para que los nutrientes allí contenidos pasen a la solución del suelo y se presente el posterior ingreso a la planta. Es por ello que, ante una probabilidad de ocurrencia de El Niño es oportuno considerar no fraccionar la fertilización requerida en más de dos ocasiones, puesto que no habría certeza en qué momento pueda volver a presentarse un período favorable para aplicar los fertilizantes. Con este tipo de decisiones, se brindará al cultivo una mayor probabilidad de adquirir los nutrientes (CENICAFÉ, 2014).

La aplicación del fertilizante en un suelo seco o con muy poca humedad, conduce a que el producto quede sin reaccionar, es decir, que al no disolverse tienda a formar costras por las sales que los componen, e incluso a generar problemas de “quemazón” en las raíces y hojas. Para este mismo caso, cuando se trata de fertilizantes que contienen urea, el nitrógeno se volatiliza y es la razón por la cual en este escenario, se percibe el olor a amoníaco en el lote luego de su aplicación (CENICAFÉ, 2014).

Las investigaciones adelantadas en Cenicafé, muestran que para muchas de las regiones cafeteras del país fraccionar más de dos veces la fertilización no incrementa la producción ni la calidad de la cosecha. a periodicidad con que se realiza la aplicación de fertilizantes coincide también con los 2 meses antes de cada cosecha, circunstancia que puede resultar casual toda vez que buena parte de las estructuras que dieron lugar a la producción actual del cultivo, se formaron aproximadamente 18 meses antes, así: entre 4 y 6 meses en crecimiento vegetativo o producción de nudos, 3 a 4 meses en floración y 8 más hasta madurez de cosecha (CENICAFÉ, 2014).

Una fertilización racional consiste en aplicar los nutrientes que en realidad necesita cada lote de café, que garantice un equilibrio químico con los suelos y que genere mayores beneficios económicos. La fertilización es necesaria porque los elementos de los suelos contienen cantidades variables y a veces no son suficientes para la adecuada nutrición de las plantas. También debe tenerse en cuenta que los requerimientos de nutrientes para cada lote dependen de las necesidades de las plantas para desarrollar la cosecha. Por esto es fundamental realizar siempre un análisis de suelos, que permita conocer qué tipo de nutrientes se necesitan y la cantidad de fertilizantes a aplicar (Federación Nacional de cafeteros de Colombia., 2011).

El análisis de suelo también es clave para ahorrar dinero y optimizar la inversión. Dentro de la estructura de costos de la caficultura, la fertilización representa aproximadamente el 20%. Conocer exactamente los nutrientes que el suelo necesita reduce costos y permite seleccionar, entre las opciones y tipos de mezclas de fertilizantes, la más económica. La edad del cafetal también es otro factor a considerar, pues determina necesidades diferentes (Federación Nacional de cafeteros de Colombia., 2011) .

6.17. Aspectos a considerar para la fertilización

Para diseñar un plan de manejo de la fertilización se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Debe iniciarse con los resultados de un análisis de suelo y de un análisis foliar.

Seleccionar las fuentes de elementos minerales (su origen y composición), así como su formulación.

Considerar la interacción que existe entre los elementos minerales (relación suelo-planta).

Determinar las técnicas de fertilización a utilizar.

La variedad, densidad de cafetos (plantas por manzana), edad y su manejo, así como también el porcentaje de sombreado y producción esperada.

6.17.1. Síntomas de deficiencia de nutrientes en café arábigo

Deficiencias nutricionales de acuerdo a su movilidad:

Nutrientes móviles: los síntomas se presentan en las hojas viejas (Carencias de: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y molibdeno).

Nutrientes inmóviles: los síntomas se presentan en las hojas nuevas (Carencias de: azufre, calcio, hierro, cobre, manganeso, zinc y boro).

Nitrógeno (N): Se observa en las hojas viejas con amarillamiento generalizado. Crecimiento lento, plantas enanas.

Fósforo (P): Se observa en las hojas viejas. Se presentan manchas amarillas con coloración roja. Crecimiento y madurez lenta.

Potasio (K): Se observa en hojas viejas. Provoca poca floración y fructificación, menor número de frutos por nudo. Quemazón de los bordes y ápices de hoja.

Calcio (Ca): Se observa amarillamiento en el borde de las hojas más jóvenes. Poco crecimiento de la planta (tallos, hojas, ramas).

Magnesio (Mg): Se observa en hojas viejas. Amarillamiento progresivo entre las nervaduras hasta generalizarse en toda la hoja y defoliación.

Azufre (S): En las hojas nuevas comienzan a resaltar los bordes, semejante a un amarillamiento.

Boro (B): Se observa en hojas jóvenes limitada de brotes y puntas de las raíces. En las ramas se atrofian las hojas y se observan entrenudos cortos. Menor número de flores. Formación de cafés caracolillo.

Hierro (Fe): Se observa en las hojas jóvenes.

Cobre (Cu): Se muestra con deformación de ápices y bordes de la hoja y se ve el efecto de hoja cuchara

Zinc (Zn): Se observa en hojas jóvenes. Escasa fructificación.

Manganeso (Mn): Presenta síntomas parecidos al del hierro y magnesio (Marín, 2012).

6.18. Fertilizantes a utilizar en la investigación

6.18.1. Yeso Agrícola

El yeso agrícola es un mineral muy suave compuesto por sulfato de calcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) que ha sido utilizado por los agricultores desde hace mucho tiempo. Se aplicó ampliamente como fertilizante en Europa en el siglo XVIII, incluso los griegos y los romanos lo utilizaron. Más recientemente, el yeso se ha convertido en una enmienda del suelo que ha demostrado ser capaz de recuperar suelos

sódicos degradados y mejorar varias propiedades físicas del suelo. El yeso puro está constituido por 79 % de sulfato de calcio y 21 % de agua. El sulfato de calcio contiene 23.3 % de calcio (Ca) y 18.6 % de azufre (S); es moderadamente soluble en agua (2.5 g/L), aproximadamente 200 veces mayor que la cal agrícola. Esta característica de solubilidad del yeso hace que el calcio sea más móvil que el calcio de la cal y le permite moverse con mayor facilidad a través del perfil del suelo (Santiago, 2014).

6.18.2. Micorriza

La micorriza es una asociación constituida por un conjunto de hifas fúngicas (micelio) que, al entrar en contacto con las raíces de las plantas, las pueden envolver formando un manto y penetrarlas intercelularmente a través de las células del córtex, como en el caso de la ectomicorriza o, como en el caso de la micorriza arbuscular, penetran la raíz, pero no se forma ningún manto. Al mismo tiempo, las hifas se ramifican en el suelo, formando una extensa red de hifas capaz de interconectar, subterráneamente, a las raíces de plantas de la misma o de diferentes especies. Esta red de micelio permite, bajo ciertas condiciones, un libre flujo de nutrimentos hacia las plantas hospederas y entre las raíces de las plantas interconectadas, lo que sugiere que la micorriza establece una gran unión bajo el suelo entre plantas que, a simple vista, podrían parecer lejanas y sin ninguna relación. Así, la micorriza ofrece a la planta hospedera y al ecosistema, diferentes beneficios en términos de sobrevivencia y funcionamiento (Camargo *et al.* 2012).

6.18.3. Humus de lombriz

El humus de lombriz es de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque. La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica, comida y fecada, por otras lombrices. El humus contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho. El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos, sobre todo, para el cual está especialmente indicado. Produce además hormonas como el ácido indol acético y

ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas (INFOAGRO, 2017).

6.18.4. Micro esencial

Microessentials SZ 12%N - 40% P₂O₂ - 10%S - 1%Zn

Fertilizante edáfico elaborado mediante un novedoso proceso, con el cual se garantiza que cada gránulo contenga N, P, S y Zn en la relación correcta, permitiendo realizar aplicaciones uniformes. Todos los nutrientes están en forma más disponibles y fáciles de usar por las plantas. Recomendado para fertilizaciones de iniciales de fondo y enmiendas periódicas de P₂O₅ (FERTISA, 2018).

6.18.5. Testigo urea

La urea es un fertilizante altamente soluble y seco. Es una fuente cuyo nitrógeno se vuelve disponible para la planta cuando se convierte en amonio (NH₄⁺) y luego en nitrato (NO₃⁻). La urea se puede utilizar sólo o en mezclas con otros fertilizantes (secos o líquidos). Es un fertilizante muy utilizado por tener un alto contenido de nitrógeno (45 a 46 %), su costo es relativamente bajo por unidad de N y rápidamente pasa a formas disponibles para las plantas. Cuando se aplica se debe tapar, ya que de lo contrario las pérdidas por volatilización en forma de amoníaco pueden ser muy altas, incluso alcanzando valores superiores al 40 % del aplicado. La principal desventaja de la urea es la tasa de pérdida que llega a tener antes de que los cultivos tengan la oportunidad de absorber el nitrógeno, ya que fácilmente se puede perder por diferentes vías como: volatilización, desnitrificación y lixiviación (INTAGRI, 2017).

6.19. Principales enfermedades del café

6.19.1. Ojo de gallo

Agente causal: esta enfermedad es causada por el hongo *Mycena citricolor*.

Sintomatología

En los frutos se observa una mancha redonda hundida de diferente tamaño, de color amarillo al inicio y pardo al final. En las hojas se presenta con manchas circulares visibles en las dos caras color café oscuro al inicio y gris blanquecino al final.

Perforaciones de hojas y defoliación (Colonia, 2012).

Diseminación

Por el viento

Es favorecido por condiciones de emboscamiento de la parcela (concentración de la humedad).

Mayor ataque en zonas de quebrada (concentración de la humedad).

Favorecido por el exceso de sombreamiento.

Ataque más severo en zonas colindantes con el bosque primario (Colonia, 2012).

Control

Realizar podas de ventilación dentro de la plantación.

Regular el exceso de sombreamiento, mediante poda de los árboles de sombra.

Raleo del bosque aledaño, para darle ventilación a la parcela.

Uso de caldo bórdales después de la floración (no aplicar en floración).

Aplicaciones de Amistar y Folicur funcionan bastante bien (uso de adherente) (Colonia, 2012).

Prevención del ojo de gallo

- ✓ Restringir en los germinadores de café, las semillas provenientes de cafetales afectados por ojo de gallo.
- ✓ Mantener las plantas de café libre de arvenses y el suelo del cafetal con arvenses nobles. Esta práctica ayuda a eliminar ciertas plantas hospedantes de este patógeno.
- ✓ Realizar un buen drenaje del suelo para evitar los encharcamientos, y profundizar los drenajes donde el exceso de humedad lo requiera.

- ✓ Hacer podas en los cafetos, para evitar infecciones en las ramas inferiores que entran en contacto con chapolas, hojarasca y arvenses afectadas por gotera. Este manejo, además de estimular la emisión de nuevo tejido en la planta, también favorece la estabilización de los rendimientos por unidad de área. De igual manera, esta práctica permite la aireación dentro de los cafetales, regulando la humedad relativa, aspecto que contribuye al control de las enfermedades fungosas.
- ✓ Disponer, si las condiciones ambientales del lugar son muy favorables para la enfermedad, de distancias de siembra que no propicien altas densidades de plantas por hectárea. En áreas afectadas por ojo de gallo, a menudo se observan cafetales en altas densidades, condición que proporciona un microclima ideal para el desarrollo de la enfermedad.
- ✓ Establecer el cultivo de café con una distribución racional del sombrío, de manera que éste no afecte la disponibilidad de luz para las plantas de café ni intercepte la radiación solar, sin afectar los procesos fotosintéticos de la planta ni aumentar la humedad relativa interna. Además, el exceso de sombra reduce la velocidad del viento e incrementa la duración de la humedad en las hojas, lo que facilita el desarrollo del micelio de este hongo.
- ✓ Sustituir gradualmente en las fincas la sombra nativa, densa e irregular, por árboles cultivados, más adecuados y sembrados de manera regular.
- ✓ Inspeccionar periódicamente los cafetales, y donde aparezca un pequeño foco de infección, remover los órganos afectados de la planta, recolectar y eliminar las hojas afectadas que se encuentran en el suelo, así como las chapolas y las arvenses hospedantes de este hongo.
- ✓ Realizar una adecuada nutrición de las plantas, ya que la planta con esta buena condición es fuerte y tolera la enfermedad a través del incremento del follaje, condición fisiológica que en ocasiones puede ser más rápida que la misma epidemia. Después de un ciclo productivo, las plantas sufren un desgaste físico como consecuencia del traslado de energía convertida en nutrientes hacia los frutos, situación que se complica por el ataque de enfermedades foliares que provocan la caída de hojas. Una condición fitosanitaria de esta naturaleza, demanda la aplicación de un adecuado programa de nutrición basado en

análisis de suelos. La defoliación causada por la enfermedad puede ser menos severa cuando el suelo dispone de los nutrientes necesarios para la planta.

- ✓ Usar variedades tolerantes mediante la evaluación de materiales con características de tolerancia o resistencia al ataque de *M. citricolor* (Rivillas y Castro, 2011).

6.19.2. Roya del cafeto

Agente causal: el causante de esta enfermedad es el hongo *Hemileia vastatrix*.

Sintomatología

Se presentan en las hojas manchas redondeadas, amarillo naranja, que al tocarlas desprenden un polvo color naranja, al inicio las manchas son pequeñas y gradualmente aumentan de tamaño

Defoliación y muerte descendente, ante fuertes infestaciones (Colonia, 2012).

Diseminación:

Por el viento.

Favorecida por la precipitación que facilita la salida de las esporas, así como su diseminación.

Favorecida por el exceso de sombreado y alta densidad de la plantación (Colonia, 2012)

Control:

Aplicaciones de oxiclورو de cobre después de la floración.

Aplicaciones de caldo bordalés, después de la floración.

Aplicaciones preventivas de azufre si se presenta en época seca.

Aplicación de Benomil, Folicur y Stroby.

Fertilización balanceada con calcio (Colonia, 2012).

Considerando que el ciclo de vida de la Roya sea de 30 días, es importante indicar que luego de transcurrido el 75 % de este tiempo, es decir aproximadamente 24 días, se inicia la formación de manchas de color amarillo pálido translúcidas. Los signos típicos de la enfermedad que son las esporas de color naranja, se hacen visibles únicamente a partir del día 27 del ciclo, cuando ha transcurrido el 90% del tiempo. Una vez que inicia la formación de las esporas en las lesiones o manchas de Roya, la producción de estas se mantiene activa mientras la hoja se mantenga adherida a la planta, esto puede prolongarse por varios meses (Barquero, 2013).

Por otra parte, la sobrevivencia del inoculo de un año a otro juega un rol muy significativo. Plantaciones que sufrieron ataques moderados o leves de la enfermedad, tendrán mayor cantidad de hojas con lesiones de Roya que persistirán en la planta durante la época seca, mismas que iniciaran su esporulación con el retorno de las lluvias, aumentando las posibilidades de infecciones en hojas nuevas de forma anticipada a lo usual, si no se aplican las medidas de protección necesarias para estos tejidos (Barquero, 2013).

Prevención de la Roya del café

Para no permitir el desarrollo de la roya en las plantas de café es necesario considerar algunos aspectos importantes que permiten prevenir la presencia de la roya como se describe a continuación:

- ✓ No permitir el crecimiento descontrolado de arvenses, que además de competir con el café por los nutrientes del suelo, pueden generar condiciones de sombrío y alta humedad en plantaciones de café menores de 24 meses.
- ✓ Mantener una fertilización escasa o nula, que afecta principalmente a los cafetales bajo plena exposición solar.
- ✓ No poseer sombra excesiva, que mantiene rangos de temperatura máxima y mínima muy estrechos, favorece una humedad relativa alta constante y estimula el incremento del área foliar y la vida media de las hojas.
- ✓ No tener densidades superiores a 10.000 tallos por sitio, resultado de la proliferación de múltiples chupones, luego de labores de renovación por zoqueo, que crean autosombreamiento, con las consecuencias anteriormente

descritas, aumenta la competencia entre plantas por nutrientes y ofrece una mayor interceptación de esporas. Adicionalmente, las altas densidades dificultan la aplicación y el cubrimiento de los fungicidas sobre el follaje.

- ✓ No realizar aplicaciones de fungicidas de manera tardía, por fuera de la epidemia, subdosificadas, con equipos inadecuados o sin calibrar, con boquillas de alta descarga o desgastadas, con la utilización de aguas contaminadas o duras, y con recorridos en los lotes que no permiten un cubrimiento completo del follaje de las plantas o usando mezclas con otros productos que reducen la efectividad biológica de los fungicidas (Rivillas *et al.* 2017).

6.20. Relación fertilización y enfermedades

Las enfermedades de las plantas son el principal factor limitante en la producción agrícola. La mayoría de los agricultores usan grandes cantidades de productos químicos para controlar las enfermedades, sin ser consciente que la nutrición mineral tiene un papel importante en la lucha contra las enfermedades. Todos los nutrientes esenciales afectan a la salud de las plantas y su susceptibilidad a las enfermedades. Las plantas que sufren un estrés nutricional, serán más susceptibles a las enfermedades, mientras que las plantas que reciben una nutrición adecuada son más tolerantes o resistentes a las enfermedades. La resistencia de las plantas a las enfermedades está relacionada con la genética. Sin embargo, la capacidad de la planta para expresar su resistencia genética a una enfermedad en particular se ve afectada por la nutrición mineral (Smart Fertilizer Management, 2017).

A lo largo de la evolución de las plantas han desarrollado distintos mecanismos de defensa para resistir los ataques de diferentes patógenos, los cuales consisten en reconocer al organismo que las ataca y activar variadas estrategias, tanto en el sitio de la infección como en otros tejidos mediante vías sistémicas, permitiéndole prepararse para futuros ataques de otros patógenos. Los mecanismos de defensa consumen energía, es por ello que el estado nutricional de la planta juega un papel fundamental en la resistencia de las plantas a los patógenos (agriculturers.com, 2016).

Las plantas con falta de fertilización no solo exhiben un crecimiento lento, sino que también son débiles en general y tienen un mayor riesgo de sufrir ataques por parte de insectos y de enfermedades. Cuando las atacan, las plantas usan nutrientes adicionales en un intento por defenderse de las enfermedades. Si la nutrición de la planta no se corrige de forma rápida, el daño será aún más grave. La falta de fertilización se puede corregir fácilmente con la aplicación de fertilizantes solubles en agua, que proporcionan nutrientes inmediatamente disponibles para que la planta los use (Peery, 2017).

6.21. Investigaciones similares hechas por otros investigadores

Se realizó un estudio sobre la utilización del humus de lombriz roja californiana reciclando todos los desechos orgánicos producidos por la finca Santa Dolores para el cultivo del café en el Municipio del Crucero comarca Santa Julia en el periodo de enero-junio 2016. Posee plantaciones de café con variedad Catrinic y Caturro. La dosis aplicada a las plantaciones de café es de 2lb/planta en sus fases de crecimiento, aportando al cultivo; Nitrógeno (1,5 %), Calcio (8%), Magnesio (0,8), Fósforo (1,35 %) y potasio (1,2%).

Resultando que el empleo de la lombricultura en los cafetales de la finca Santa Dolores beneficia en la preservación del medio ambiente, incremento en la producción de café y mejor calidad de vida para el agricultor (Briceño y Pérez, 2017).

Las técnicas modernas de producción de café, se basan en el uso de paquetes tecnológicos intensivos y semiintensivos, los cuales incluyen entre otras actividades, resiembras sistemáticas de las plantaciones. La manera más común de replantar los cafetales, es mediante almácigos de café producidos en las mismas fincas de los productores. Parte fundamental para lograr un buen crecimiento y desarrollo del almácigo de café, es el manejo de la fertilización. Normalmente se utilizan fertilizantes con alto contenido de fósforo, sin embargo, estos productos son costosos. Por ello se evaluaron tres alternativas de fertilizantes químicos en la variedad Catimor, para tener posibles alternativas para los productores. Se observó que el triple 17 resultó ser una opción prometedora para su uso en almácigos de la variedad Catimor. El desarrollo y crecimiento de las plántulas con este producto fue tan notable como con el fertilizante

tradicional. La acción de la urea resultó muy tóxica, habría que replantear las dosis de urea para su posible utilización (Cerda, 2017).

Con el objetivo de determinar el efecto por sitio y mes la producción del café, durante los años 2011 y 2012 se realizó un experimento del manejo de la fertilidad del suelo en café (*Coffea arabica* L.), Variedad Castillo en lotes con áreas diferentes (1,0, 2,0 y 3,5 ha), ubicados en tres fincas del departamento del Quindío, Colombia. Se evaluó el efecto de tres tratamientos en la producción de café cereza: i) testigo sin fertilización; ii) manejo de acuerdo a los resultados de los análisis de suelo, logrados mediante un muestreo convencional en zigzag y, iii) manejo por sitio específico conforme lo indicaron las áreas homogéneas, obtenidas mediante mapas de variabilidad espacial. En ninguno de los lotes hubo efecto de los tratamientos, respuesta que se relacionó con uno o más de los siguientes factores: tiempo relativamente corto de evaluación, fertilidad del suelo, reservas de los nutrientes en las plantas, y el número reducido de repeticiones (tres por tratamiento) (Lince y Sadeghian, 2015).

Con el objetivo de determinar el momento oportuno para realizar la fertilización, se realizó un experimento en las Estaciones Experimentales Naranjal (Chinchiná-Caldas) y Paraguaicito (Buenavista-Quindío), y la finca La Arcadia (Líbano-Tolima). Bajo el diseño de bloques completos al azar se evaluó el efecto de épocas de fertilización, desde 12 meses antes y hasta 18 meses después del zoqueo, para café variedad Colombia. En Naranjal y en La Arcadia se registró efecto de la fertilización antes del zoqueo sobre la producción de café cereza en el nuevo ciclo productivo. En Paraguaicito, la producción de la primera cosecha fue menor cuando la fertilización se inició a los 18 meses después del zoqueo, comparado con los 6 y 12 meses. El factor de rendimiento en trilla se afectó negativamente solo en La Arcadia al iniciar la fertilización a los 18 meses después del zoqueo. La biomasa seca de raíces disminuyó hasta en 60% en respuesta a la renovación (Salazar & Sadeghian, 2016).

La adecuada nutrición y el estudio de los suelos, son factores de suma importancia para la caficultura. El objetivo de este estudio fue realizar un plan de fertilización ajustado a las condiciones morfológicas, físicas y químicas de los suelos de la finca La Soledad. Se realizaron 37 barrenaciones, donde se caracterizó número de horizontes, profundidad, color, textura y profundidad efectiva. Con la información recopilada se

realizó un mapa de distribución de suelos por familias texturales. Mediante calicatas se identificaron las propiedades físicas: número de horizontes, profundidad, color, textura, estructura, consistencia, resistencia a la penetración, porosidad, raíces, límites. En laboratorio se analizaron las propiedades químicas de pH, materia orgánica, macro-elementos y micro-elementos.

Los suelos predominantes fueron de textura franco arcillo arenosa, franco arenosa y franca, suelos profundos a muy profundos, con una resistencia a la penetración baja (S 2.5) kg/cm², colores negros, pardos y amarillentos, alta porosidad, variedad de tamaños y frecuencia en las raíces, estructuras granular y de bloques, alto contenido de materia orgánica en el horizonte superficial, rangos de pH de 5.36 a 6.48, variación en los niveles de macro y micro nutrientes. Con el análisis de la información, se realizó un mapa de familias texturales, y un plan de fertilización para los diferentes suelos. Los suelos estudiados cuentan con las características necesarias para la explotación cafetalera. Se requiere desarrollar un plan de prácticas agronómicas y culturales que ayuden al cultivo a expresar el potencial productivo que tienen los suelos de la finca (Lovo, 2012).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

Los materiales a utilizar durante el desarrollo de la investigación serán: baldes, bomba de fumigar, machete, gramera, piolas, cintas, calibrador, grapadoras, esferos, material y equipo de oficina, entre los principales materiales.

B. Métodos

Método explicativo o experimental.

Se utilizará el método experimental porque en ellos 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.

1. Ubicación

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 msnm con una georreferenciación de 17M 0551229 y UTM 9851068.

Límites:

El cantón Jipijapa, está limitado al norte por los cantones Montecristi, Portoviejo y Santa Ana, al Sur por la provincia de Santa Elena y Puerto López, al este por los cantones Paján y 24 de Mayo; y, al oeste por el Océano Pacífico (GAD-Jipijapa, 2015).

Situación geográfica:

Este cantón está ubicado al sur de la provincia de Manabí, entre los 01°;10' y 01°; 47'de latitud sur y entre los 80°; 25' y 80°, 52' de longitud oeste.

Topografía del cantón

Existe un macizo montañoso aislado e irregular, que se desarrolla entre Jipijapa y Manta, rodeado al norte y oeste por el Océano Pacífico, al sur por el valle de Jipijapa y al este por el río Portoviejo. En este valle termina la cordillera de Colonche y las montañas costaneras que siguen hacia Bahía de Caráquez. No se presentan cadenas largas, más bien son grupos macizos irregulares.

Clima

El clima predominante de Jipijapa es cálido seco en la zona Oeste y cálido húmedo con temporadas secas en la zona Este, con una temperatura media 24°C afectada por la presencia de dos temporadas; seca (entre mayo y octubre) y de lluvias (entre noviembre y abril) (GAD-Jipijapa, 2015).

Temperatura

La temperatura media es de 24 grados centígrados.

Precipitación

El promedio de lluvia anual de 670 milímetros (GAD-Jipijapa, 2015)

2. 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 al producto)

3. Tratamientos

Tabla 1. Tratamientos del ensayo de investigación

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

4. 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:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + d_j + d_k + d_{djk} + e_{jkl}$$

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

μ = Media general de la variable de respuesta

β_i = 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.

5. 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	: 2m
Longitud de parcela	: 18 m
Ancho de parcela	: 8 m
Área total de la parcela	: 144 m ² (18 m x 8 m)
Área total del ensayo	: 1440 m ² (60 m x 24 m)

6. Análisis estadístico

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

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

6.1.- Análisis funcional

La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidades.

6.2.- Coeficiente de variación

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

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

7. Variables a ser evaluadas

Se consideran los objetivos planteados, así tenemos que para el cumplimiento del **objetivo 1**, se analizan las siguientes variables, mismas que permiten 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. - seleccionamos 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 de tallo cada 30 días.

Diámetro de copa. - se contabilizo esta variable con la ayuda de una cinta métrica o flexómetro tomando las ramas del tercio medio de la planta se tomaron 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.

En lo que respecta al **objetivo 2**, se consideran 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.

Evaluación ojo de gallo. - se tomó este dato cada 30 días evaluando la incidencia de ojo de gallo en 9 plantas por cada repetición tomadas seleccionadas dentro de la parcela.

En lo referente al **objetivo 3**, Dada la importancia de conocer la correlación entre variables se plantea definir la relación existente entre la incidencia de enfermedades y la fertilización.

Correlación estadística. - Se realizará la correlación 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 implementada.

8. 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 dosis indicadas para el desarrollo de la investigación donde se realizó la respectiva fertilización en el mes de febrero y posteriormente en mayo logrando así obtener mejores plantas.

Control de maleza. - El control de malezas se efectuó de forma manual, durante los meses de investigación evitando así que las plantas compitan por agua, luz, espacio, nutrimentos que las perjudiquen en el crecimiento así mismo para también evitar la propagación de enfermedades.

Control de roya presentó mínimas afectaciones en las plantas ya que el híbrido Sarchimor 4260 tiene una resistencia genética y de acuerdo al umbral económico no se aplicó ningún fungicida.

Control de Ojo de gallo la presencia fue mínima no se aplicó ningún fungicida de acuerdo al umbral económico.

Podas. - se efectuó la poda de los chupones en las plantas

Toma de datos. – los datos fueron tomados cada mes durante los 6 meses con el flexómetro y pie de rey basada en la investigación de campo y fundamentada 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.

VIII. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los datos experimentales fueron tomados durante seis meses, entre los meses de febrero a julio del 2019; las variables evaluadas fueron altura de planta (cm), diámetro de tallo (cm), diámetro de copa (cm), número de ramas (N°), evaluación de roya, evaluación de ojo de gallo, aplicando análisis de varianza, regresión lineal y correlación de Pearson entre variables.

Los datos fueron tabulados en tablas de Excel por cada una de las variables evaluadas, posteriormente se hizo una revisión de los datos y se obtuvo resultados estadísticos, mismos que se filtraron en el paquete estadístico Infostat.

Es oportuno indicar que previo a la realización de los análisis de varianza, se realizó el respectivo análisis de los datos, en el que se consideró la desviación estándar, coeficiente de variación, asimetría y curtosis.

Como se observa en las tablas N°2 y 3, los datos establecen normalidad. La asimetría está cercana a 0, lo que indica que los datos son normales, igual situación es observada en la curtosis, que no supera el valor de 3. La normalidad de los datos obtenidos, viabiliza el empleo del diseño sugerido en el presente estudio.

El análisis de normalidad de los datos se efectuó por tratamiento y por factor, de esta manera se garantizó la probidad del ejercicio, el cual se realizó en el software estadístico Infostat.

Ante los resultados obtenidos, se procedió a realizar los ejercicios experimentales, que incluyeron: análisis de varianza, regresión lineal y correlación de Pearson, mismos que permitieron sustentar los objetivos específicos planteados.

Ante lo expuesto, se presentan a continuación los resultados obtenidos de los análisis estadísticos de acuerdo a cada uno de los objetivos planteados en la investigación.

Tabla N°2. Análisis de normalidad de los datos factor A

Factor A	Variable	n	Media	D.E	CV	Min	Max	Mediana	Asimetría	Curtosis
humus de lombriz + urea	altura de planta	9	73,74	7,97	10,81	60,33	84,67	72,33	-0,04	-0,81
humus de lombriz + urea	diámetro de tallo	9	1,71	0,12	6,86	1,6	1,93	1,67	1,21	-0,43
humus de lombriz + urea	diámetro de copa	9	78,59	6,49	8,25	72,67	89,00	77,33	0,79	-1,03
humus de lombriz + urea	números de ramas	9	24,96	4,77	19,09	19,33	31,67	24,00	0,36	-1,34
humus de lombriz + urea	enfermedad roya	9	0,01	0,01	70,36	0,00	0,02	0,01	-0,22	-1,15
humus de lombriz + urea	enfermedad ojo de gallo	9	0,04	0,01	35,36	0,02	0,06	0,04	0,34	-1,17
micorriza + urea	altura de planta	9	58,67	10,89	18,56	44,67	75,67	57,67	0,04	-1,26
micorriza + urea	diámetro de tallo	9	1,45	0,35	24,19	0,93	1,87	1,53	-0,23	-1,58
micorriza + urea	diámetro de copa	9	65,18	12,71	19,50	44,67	82,00	68,33	-0,47	-1,14
micorriza + urea	números de ramas	9	19,04	5,00	26,28	11,00	28,00	19,00	0,18	-0,44
micorriza + urea	enfermedad roya	9	0,01	0,01	70,19	0,00	0,03	0,02	-0,27	-1,00
micorriza + urea	enfermedad ojo de gallo	9	0,03	0,01	32,82	0,01	0,05	0,04	-1,16	0,62
micro esencial + urea	altura de planta	9	57,04	8,67	15,20	47,00	74,67	55,00	0,96	-0,13
micro esencial + urea	diámetro de tallo	9	1,36	0,13	9,25	1,20	1,53	1,33	0,13	-1,42
micro esencial + urea	diámetro de copa	9	54,96	4,67	8,50	48,33	60,33	53,67	-0,14	-1,50
micro esencial + urea	números de ramas	9	16,15	3,24	20,08	12,00	21,67	15,33	0,89	-0,68
micro esencial + urea	enfermedad roya	9	0,03	0,03	93,15	0,00	0,08	0,02	0,98	-0,18
micro esencial + urea	enfermedad ojo de gallo	9	0,05	0,02	44,18	0,02	0,09	0,05	1,01	0,29
yeso agrícola + urea	altura de planta	9	77,52	7,16	9,24	62,00	87,00	79,67	-1,26	0,60
yeso agrícola + urea	diámetro de tallo	9	1,74	0,21	12,01	1,33	2,03	1,73	-0,65	-0,28
yeso agrícola + urea	diámetro de copa	9	73,52	8,57	11,66	58,00	88,00	74,67	-0,16	-0,17
yeso agrícola + urea	números de ramas	9	26,96	4,50	16,69	17,67	31,33	29,33	-1,23	-0,11
yeso agrícola + urea	enfermedad roya	9	0,02	0,02	89,55	0,00	0,05	0,02	0,82	-0,59
yeso agrícola + urea	enfermedad ojo de gallo	9	0,05	0,02	36,59	0,03	0,08	0,04	1,13	-0,03

Es oportuno indicar que los análisis consideraron los datos tomados según correspondían a cada variable estudiada.

Tabla N° 3. Análisis de normalidad de los datos factor B

Factor B	Variable	n	Medi					Mediana	Asimetría	Curtosis
			a	D.E	CV	Min	Max			
dosis 1	altura de planta	2	67,44	10,18	15,10	48,67	80,67	70,00	-0,52	-0,90
dosis 1	diámetro de tallo	2	1,62	0,22	13,63	1,20	1,93	1,67	-0,55	-0,73
dosis 1	diámetro de copa	2	69,94	12,44	17,79	49,33	89,00	73,34	-0,36	-1,08
dosis 1	números de ramas	2	22,11	5,97	27,00	12,00	30,67	21,67	-0,13	-1,04
dosis 1	enfermedad roya	2	0,02	0,01	65,04	0,00	0,04	0,02	0,14	-0,19
dosis 1	enfermedad ojo de gallo	2	0,03	0,01	23,21	0,02	0,05	0,03	0,33	-0,25
dosis 2	altura de planta	2	69,67	13,53	19,42	44,67	84,67	73,00	-0,80	-0,64
dosis 2	diámetro de tallo	2	1,58	0,29	18,35	0,93	1,90	1,65	-1,01	0,04
dosis2	diámetro de copa	2	69,11	12,73	18,42	44,67	88,33	70,84	-0,45	-0,69
dosis2	números de ramas	2	23,56	6,92	29,39	11,00	31,67	22,67	-0,32	-1,07
dosis2	enfermedad roya	2	0,02	0,02	114,47	0,00	0,08	0,02	1,32	0,48
dosis2	enfermedad ojo de gallo	2	0,04	0,01	31,63	0,02	0,06	0,05	-0,22	-1,23
dosis 3	altura de planta	2	63,11	13,38	21,20	46,67	87,00	59,00	0,50	-1,04
dosis 3	diámetro de tallo	2	1,49	0,30	19,99	1,13	2,03	1,57	0,30	-1,03
dosis 3	diámetro de copa	2	65,14	12,19	18,71	48,33	88,00	67,33	0,16	-0,91
dosis 3	números de ramas	2	19,67	5,24	26,66	14,00	29,33	19,00	0,61	-1,00
dosis 3	enfermedad roya	2	0,02	0,01	87,62	0,00	0,05	0,01	1,73	2,34
dosis 3	enfermedad ojo de gallo	2	0,05	0,02	45,88	0,01	0,09	0,05	0,51	-0,11

Presentación de resultados por objetivos:

Objetivo 1. Evidenciar el desarrollo morfológico del café arábigo Sarchimor 4260 con diferentes tratamientos de fertilizantes químicos y orgánicos

Las variables que se consideraron para medir el desarrollo morfológico del café en etapa de crecimiento, fueron: Altura, diámetro de tallo, diámetro de copa y número de ramas.

Altura de planta

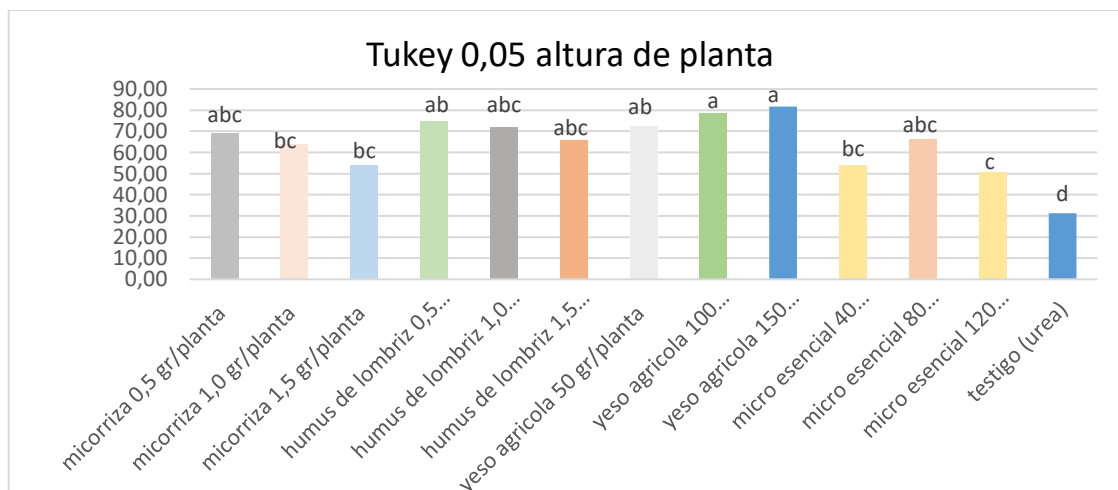
La tabla N°4, muestra el análisis de varianza de altura de planta y su comportamiento durante los seis meses que duró la evaluación, aquí se puede observar que existe una clara tendencia de mejor crecimiento en los tratamientos donde se utilizó yeso agrícola en dosis 2 y 3 de 100g y 150 g/planta +urea y humus de lombriz dosis de 0,5 kg/planta + urea, donde se identifica diferencias estadísticas significativas en la interacción de factores, con un p value: 0,03, lo que indica que los factores interactuaron en la altura de la planta.

El análisis ortogonal define diferencias estadísticas entre el testigo Vs los demás tratamientos factoriales, tal como se demuestra en el grafico N°1 de tukey al 0,05 de la variable altura, ratificando que el tratamiento de solo urea, está por debajo de la media de los tratamientos factoriales.

Tabla N°4. ANOVA de seis evaluaciones de altura de planta realizadas en la investigación

ANOVAS ALTURA DE PLANTA						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
micorriza 0,5 gr/planta + urea 25gr	51,44 ^{ab}	52,89 ^{abc}	55,45 ^{ab}	60,22 ^{abc}	60,78 ^{abc}	69 ^{abc}
micorriza 1,0 gr/planta + urea 25gr	46,56 ^{abc}	48,67 ^{abc}	51,67 ^{ab}	54 ^{abc}	55,45 ^{abc}	55,8 ^{bc}
micorriza 1,5 gr/planta + urea 25gr	45,67 ^{abc}	47,56 ^{abcⁿ}	49,11 ^{abc}	50,89 ^{bcⁿ}	52 ^{bcⁿ}	54 ^{bc}
humus de lombriz 0,5 kg/planta + urea 25gr	57,67 ^a	59,45 ^{ab}	62,44 ^a	65,45 ^{ab}	67,67 ^{ab}	74,66 ^{ab}
humus de lombriz 1,0 kg/planta + urea 25gr	60,33 ^a	62,56 ^a	68 ^a	71,33 ^a	71,67 ^a	71,93 ^{abc}
humus de lombriz 1,5 kg/planta + urea 25gr	47,67 ^{abc}	50 ^{abc}	58,56 ^{ab}	61,67 ^{abc}	62,67 ^{abc}	65,77 ^{abc}
yeso Agrícola 50 gr/planta + urea 25gr	57 ^{ab}	58,78 ^{abc}	61,44 ^{ab}	67 ^{ab}	68,89 ^{abc}	72,33 ^{abc}
yeso Agrícola 100 gr/planta + urea 25gr	60,89 ^a	63 ^a	66,45 ^{ab}	68,22 ^a	71,56 ^a	78,44 ^a
yeso Agrícola 150 gr/planta + urea 25gr	55,78 ^{ab}	58,56 ^{abc}	62,89 ^{ab}	68,89 ^a	70,45 ^a	81,78 ^a
micro esencial 40 gr/planta + urea 25gr	42,78 ^{abc}	45,11 ^{bcⁿ}	49 ^{abc}	52,11 ^{bcⁿ}	53,44 ^{bcⁿ}	53,77 ^{bc}
micro esencial 80 gr/planta + urea 25gr	50,33 ^{ab}	52,67 ^{abc}	56 ^{ab}	59,56 ^{abc}	62,78 ^{abc}	66,44 ^{abc}
micro esencial 120 gr/planta + urea 25gr	41,78 ^{ab}	43,56 ^{bcⁿ}	46,78 ^{ab}	48,89 ^{cⁿ}	50,00 ^{cⁿ}	50,88 ^c
testigo (urea 25gr)	23,67 ^c	25,22 ^{bⁿ}	28,11 ^c	29,33 ^c	30,45 ^c	31,22 ^{bⁿ}

Gráfico N°1. Prueba de Tukey al 0,05 sobre variable altura



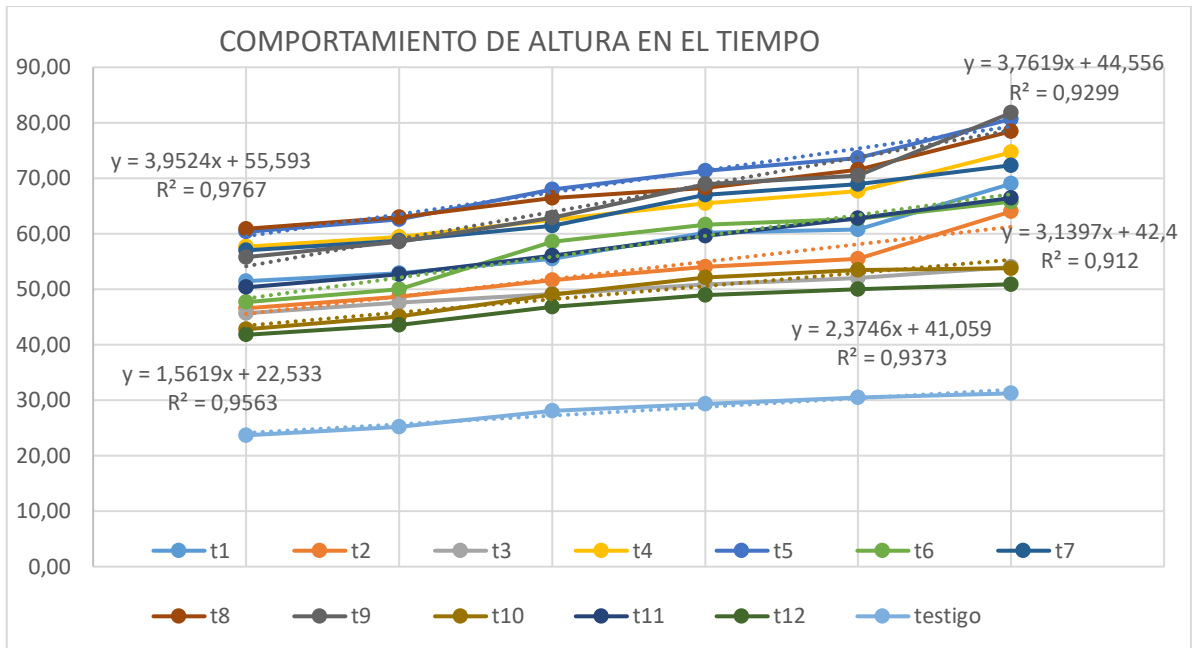
Regresión lineal de variable altura

Se realizó el análisis de regresión lineal, considerando los análisis de varianza de los datos tomados cada mes, esto permitió observar el comportamiento de cada uno de los tratamientos en los que se compara la respuesta de los fertilizantes químicos y orgánicos frente a la urea que es tradicionalmente utilizado por los agricultores locales.

El gráfico N°2 permite observar el comportamiento de cada tratamiento durante los 6 meses que duró la investigación, estableciéndose que el crecimiento fue homogéneo, sin embargo, se observan diferencias estadísticas entre tratamientos, ratificando los resultados del ANOVA.

Se observa en el mes de julio, la mayor altura de planta se presenta en los tratamientos de yeso agrícola en dosis de 100 y 150 gr/planta, y el humus de lombriz 1,0 kg/planta y, cuyos valores de R^2 , establecen que ha existido un comportamiento lineal, donde el medio ambiente no ha afectado el proceso investigativo.

Gráfico N°2. Regresión lineal de altura de planta



Diámetro de tallo

En lo que respecta al diámetro de tallos, el análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un p value de 0,007.

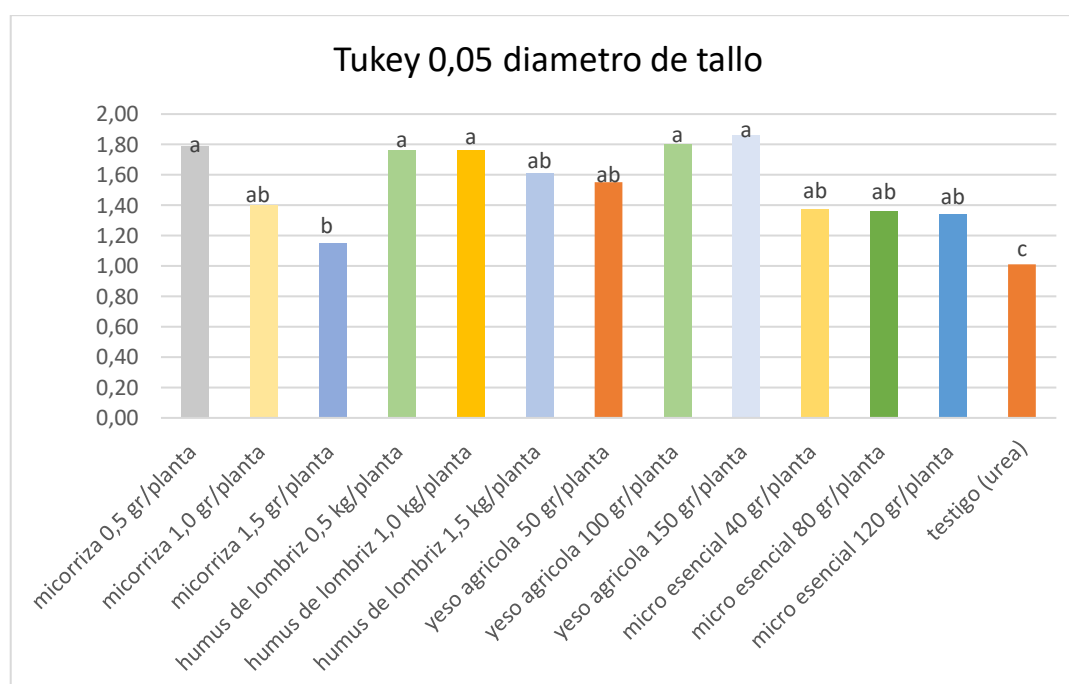
La tabla 5, muestra los ANOVAS de diámetro de tallo de los 6 meses que duró la investigación, en esta se puede observar que los mejores tratamientos fueron donde se utilizó humus de lombriz 1,0 kg/planta, humus de lombriz 1,5kg/planta, yeso agrícola 100 y 150 gr/planta.

El análisis ortogonal de testigo Vs tratamientos factoriales ratifica las diferencias entre testigo a base de urea y los demás tratamientos. La prueba de significación de Tukey al 0,05, permitieron definir los mejores tratamientos (gráfico N°3).

Tabla N° 5. ANOVAS de diámetro de tallo de seis evaluaciones realizadas en la investigación.

ANOVAS DIAMETRO DE TALLO						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
micorriza 0,5 gr/planta + urea 25gr	1,06 ^a	1,17 ^a	1,29 ^a	1,43 ^a	1,49 ^a	1,52 ^a
micorriza 1,0 gr/planta + urea 25gr	0,77 ^{ab}	0,88 ^{ab}	0,96 ^{ab}	1,06 ^{bc}	1,1 ^{abc}	1,13 ^{abc}
micorriza 1,5 gr/planta + urea 25gr	0,83 ^{ab}	0,90 ^{ab}	0,94 ^{ab}	1,02 ^{bc}	1,04 ^{bc}	1,09 ^{bc}
humus de lombriz 0,5 kg/planta + urea 25gr	0,88 ^{ab}	0,96 ^{ab}	1,11 ^a	1,37 ^{ab}	1,46 ^a	1,51 ^a
humus de lombriz 1,0 kg/planta + urea 25gr	1,10 ^a	1,23 ^a	1,33 ^a	1,41 ^a	1,46 ^a	1,51 ^a
humus de lombriz 1,5 kg/planta + urea 25gr	0,81 ^{ab}	0,90 ^{ab}	1,06 ^a	1,22 ^{abc}	1,32 ^{ab}	1,39 ^{ab}
yeso agrícola 50 gr/planta + urea 25gr	0,93 ^{ab}	1,02 ^{ab}	1,09 ^a	1,29 ^{abc}	1,36 ^{ab}	1,42 ^{ab}
yeso agrícola 100 gr/planta + urea 25gr	1,03 ^a	1,14 ^a	1,23 ^a	1,38 ^{abc}	1,51 ^a	1,57 ^a
yeso agrícola 150 gr/planta + urea 25gr	1,02 ^a	1,1 ^a	1,24 ^a	1,38 ^{abc}	1,44 ^a	1,49 ^a
micro esencial 40 gr/planta + urea 25gr	0,84 ^{ab}	0,94 ^{ab}	0,99 ^{ab}	1,06 ^{bc}	1,14 ^{abc}	1,18 ^{abc}
micro esencial 80 gr/planta + urea 25gr	0,83 ^{ab}	0,92 ^{ab}	1,00 ^{ab}	1,11 ^{bc}	1,2 ^{abc}	1,22 ^{abc}
micro esencial 120 gr/planta + urea 25gr	0,74 ^{ab}	0,87 ^{ab}	0,96 ^{ab}	1,06 ^{bc}	1,13 ^{abc}	1,14 ^{abc}
Testigo (urea 25gr)	0,50 ^b	0,58 ^b	0,69 ^b	0,77 ^c	0,79 ^c	0,87 ^c

Gráfico N°3. Prueba de tukey al 0,05 sobre variable diámetro de tallo

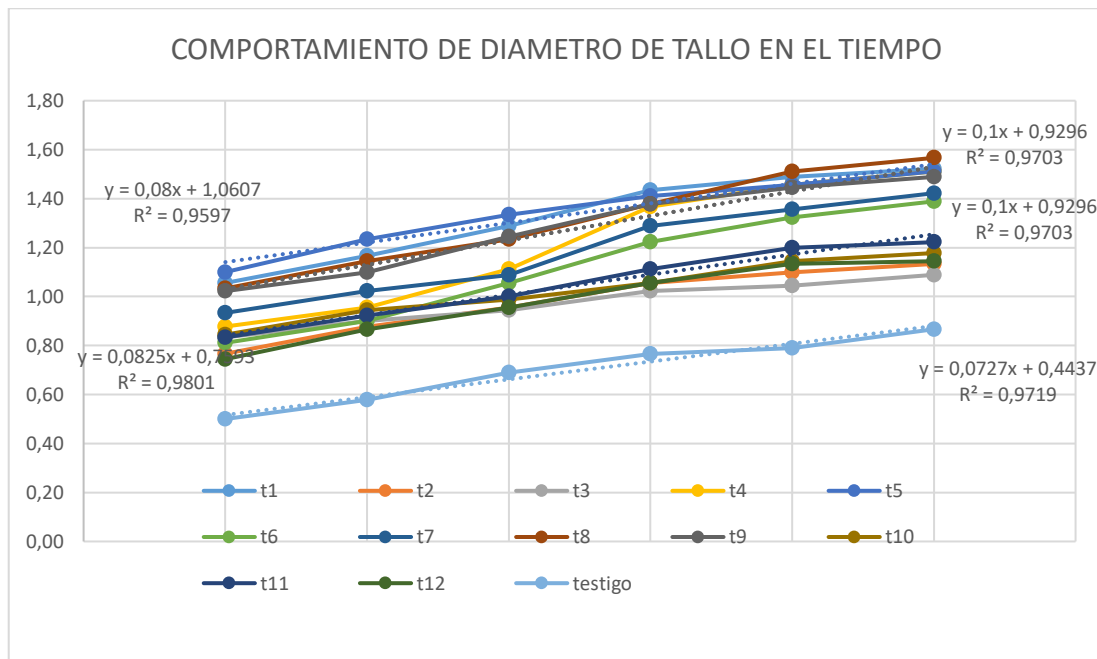


Regresión lineal de variable diámetro tallo

El gráfico N°4, permite observar un comportamiento homogéneo entre los tratamientos, el diámetro del tallo crece en promedio 10 mm mensualmente, estableciéndose las diferencias en función al tipo de fertilizante aplicado.

El mes de julio presenta como los mejores promedios se presentan en los tratamientos micorriza 0,5 gr/planta con 1,52^a cm, humus de lombriz 0,5 kg/planta con 1,51^a cm, humus de lombriz 1,0 kg/planta con 1,51^a cm, yeso agrícola 100 gr/planta con 1,57^a cm y yeso agrícola 150 gr/planta con 1,49^a cm.

Gráfico N°4. Comportamiento de diámetro de tallo en el tiempo.



Diámetro de copa

En la tabla N°6, se presenta el análisis de varianza de diámetro de copa, donde se observa la evaluación de los seis meses que duró el ensayo, el resultado estadístico cuyo valor de p value: 0,04 determina significación entre tratamientos, infiriendo que al menos 2 son diferentes entre sí.

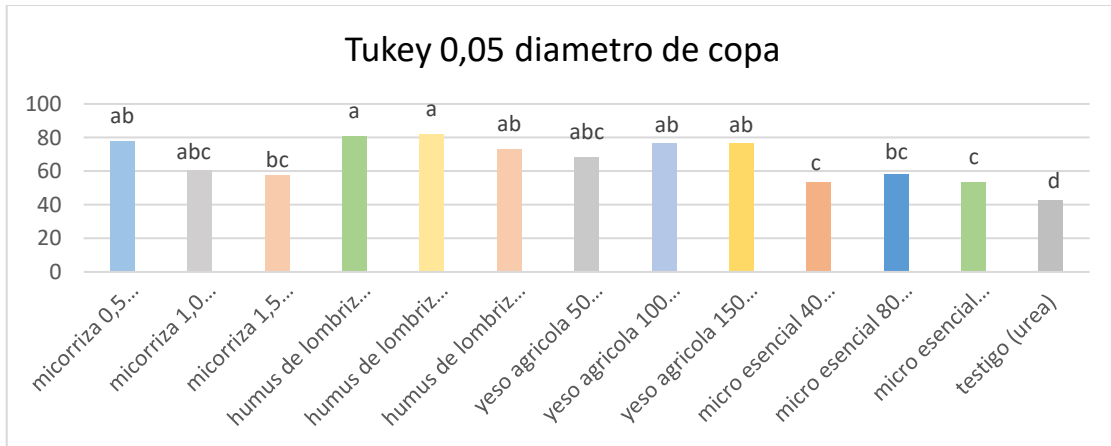
El análisis ortogonal define diferencias estadísticas entre el testigo Vs los demás tratamientos factoriales, tal como se demuestra en el gráfico N°5 de Tukey al 0,05 de la variable altura.

El estudio de comparación de medias, identifica las diferencias entre tratamientos, determinando una mejor respuesta con el Humus de lombriz 1,0 kg/planta + urea con un incremento de 80.66 cm, destacándose además la dosis 1 de humus de lombriz y los tratamientos de dosis 1 y dosis 2 de yeso agrícola, y micorriza en dosis de 0,5 gr/planta + urea.

Tabla N°6. ANOVAS de diámetro de copa de seis evaluaciones realizadas en la investigación.

	ANOVAS DIAMETRO DE COPA					
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Micorriza 0,5 gr/planta + urea 25gr	65,44 ^{ab}	67,78 ^{ab}	68,667 ^{ab}	72,44 ^{ab}	72,89 ^{abc}	74,67 ^{ab}
Micorriza 1,0 gr/planta + urea 25gr	51,22 ^{abcd}	53,56 ^{abcd}	55,67 ^{abc}	58,22 ^{bcd}	59,67 ^{abcd}	61,22 ^{abcd}
Micorriza 1,5 gr/planta + urea 25gr	52,00 ^{abcd}	54,56 ^{abcd}	55,89 ^{abc}	57,50 ^{bcd}	58,67 ^{abcd}	59,22 ^{bcd}
Humus de lombriz 0,5 kg/planta + urea 25gr	67,11 ^{ab}	69,11 ^{ab}	70,00 ^a	71,22 ^{ab}	74,00 ^{ab}	75,22 ^a
Humus de lombriz 1,0 kg/planta + urea 25gr	72,00 ^a	74,00 ^a	75,00 ^a	78,45 ^a	79,44 ^a	80,66 ^a
Humus de lombriz 1,5 kg/planta + urea 25gr	62,78 ^{abc}	64,89 ^{abc}	68,44 ^{ab}	69,33 ^{abc}	70,89 ^{abc}	72,89 ^{abc}
Yeso agrícola 50 gr/planta + urea 25gr	63,33 ^{abc}	66,22 ^{abc}	67,89 ^{ab}	69,66 ^{abc}	71,67 ^{abc}	73,00 ^{abc}
Yeso agrícola 100 gr/planta + urea 25gr	66,89 ^{ab}	69,00 ^{ab}	71,00 ^a	72,56 ^{ab}	75,44 ^{abc}	76,67 ^{ab}
Yeso agrícola 150 gr/planta + urea 25gr	62,00 ^{abc}	64,11 ^{abc}	66,22 ^{ab}	68,56 ^{abc}	70,44 ^{abc}	71,33 ^{abc}
Micro esencial 40 gr/planta + urea 25gr	53,22 ^{bcd}	55,22 ^{abcd}	56,77 ^{abc}	58,44 ^{bcd}	59,33 ^{abcd}	60,11 ^{abcd}
Micro esencial 80 gr/planta + urea 25gr	53,33 ^{bcd}	55,56 ^{abcd}	57,56 ^{abc}	60,78 ^{bcd}	61,33 ^{abcd}	62,11 ^{abcd}
Micro esencial 120 gr/planta + urea 25gr	49,67 ^{bc}	51,56 ^{abcd}	53,67 ^{abc}	55,67 ^{bcd}	57,00 ^{bc}	57,78 ^{bcd}
Testigo (urea 25gr)	33,89 ^d	35,44 ^d	35,89 ^c	37,78 ^d	39 ^d	39,89 ^d

Gráfico N°5. Prueba de tukey al 0,05 sobre variable diámetro de copa

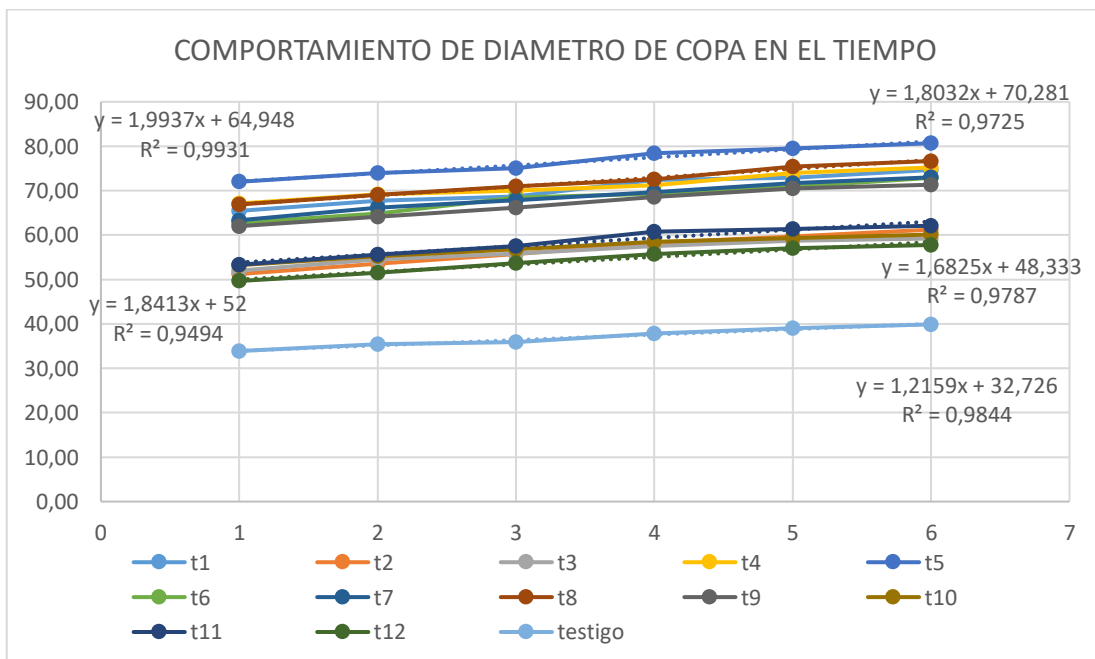


Regresión lineal de variable diámetro de copa

El gráfico N°6, permite observar un comportamiento homogéneo entre los tratamientos, el diámetro de copa crece mensualmente, estableciéndose las diferencias en función al tipo de fertilizante aplicado.

En el mes de julio los mejores promedios corresponden a los tratamientos donde se utilizó humus de lombriz 0,5 kg/planta con 75,22^a cm y Humus de lombriz 1,0 kg/planta con 80,66^a cm, ratificando los resultados del análisis de varianza.

Gráfico N°6. Comportamiento de diámetro de copa en el tiempo



Número de ramas

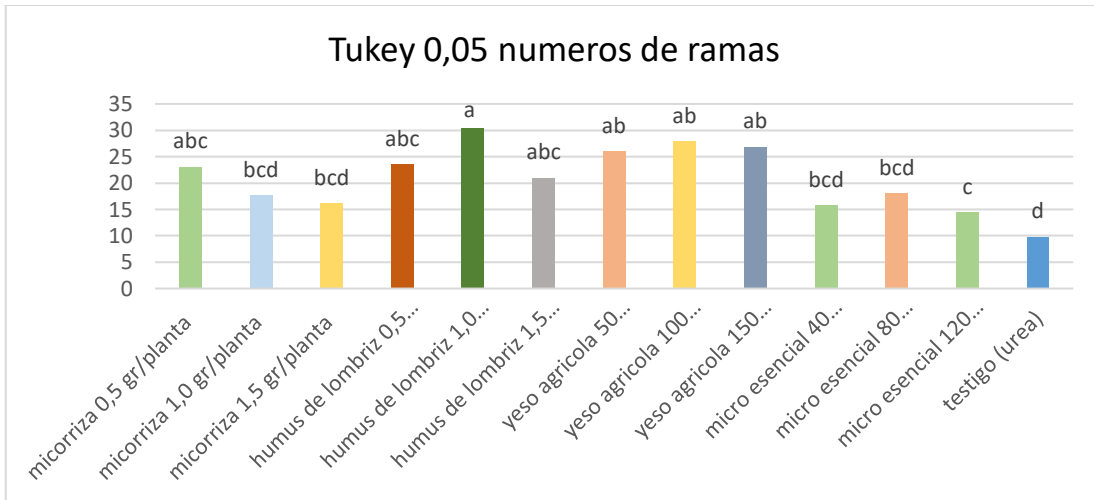
La tabla N°7, presenta el ANOVA de número de ramas, donde se consideró el análisis de las seis evaluaciones mensuales realizadas en la investigación. El resultado a nivel de interacción entre factores cuyo de $p > 0,05$ determina que no existe significación entre tratamientos, sin embargo, el análisis ortogonal define diferencias estadísticas entre el testigo Vs los demás tratamientos factoriales.

Las diferencias encontradas en el análisis ortogonal indujeron la aplicación de estudio comparativo de medias, aplicando por defecto la prueba de tukey al 0,05 (gráfico N°7), identificando que existen diferencias entre tratamientos, siendo el humus de lombriz 1,0 kg/planta + urea el que presenta una mejor respuesta al incremento de número de ramas, seguido de los tres tratamientos de yeso agrícola.

Tabla N°7. ANOVA de número de ramas de seis evaluaciones realizadas en la investigación

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
micorriza 0,5 gr/planta + urea 25gr	12,00 ^{abc}	13,22 ^{ab}	15,22 ^{abc}	16,78 ^{abc}	18,11 ^{abc^o}	19,67 ^{abc^o}
micorriza 1,0 gr/planta + urea 25gr	8,67 ^{abc}	9,56 ^{abc}	10,78 ^{abc}	12,00 ^{cd}	12,89 ^d	14,33 ^{cd}
micorriza 1,5 gr/planta + urea 25gr	8,78 ^{abc}	10,00 ^{abc}	10,89 ^{abc}	12,78 ^{cd}	14,00 ^{cd}	15,22 ^{bcd}
humus de lombriz 0,5 kg/planta + urea 25gr	13,67 ^{ab}	15,00 ^{ab}	15,78 ^{abc}	18,33 ^{abc}	19,89 ^{abc}	21,00 ^{abc^o}
humus de lombriz 1,0 kg/planta + urea 25gr	15,22 ^a	17,11 ^a	18,56 ^a	21,78 ^a	24,00 ^a	25,11 ^a
humus de lombriz 1,5 kg/planta + urea 25gr	9,22 ^{abc}	10,00 ^{abc}	11,33 ^{abc}	14,56 ^{bcd}	16,00 ^{abc^o}	17,67 ^{abc^o}
yeso agrícola 50 gr/planta + urea 25gr	14,56 ^{ab}	15,78 ^{ab}	17,67 ^{ab}	20,78 ^{abc}	23,00 ^{abc}	24,11 ^{abc}
yeso agrícola 100 gr/planta + urea 25gr	14,67 ^{ab}	16,11 ^{ab}	17,89 ^{ab}	21,67 ^{ab}	23,22 ^{abc}	24,33 ^{abc}
yeso agrícola 150 gr/planta + urea 25gr	11,33 ^{abc}	12,78 ^{ab}	15,22 ^{ab}	17,56 ^{abc}	20,00 ^{abc}	21,11 ^{abc^o}
micro esencial 40 gr/planta + urea 25gr	9,89 ^{abc}	10,67 ^{abc}	11,89 ^{abc}	13,33 ^{cd}	14,56 ^{cd}	15,00 ^{cd}
micro esencial 80 gr/planta + urea 25gr	11,33 ^{abc}	12,56 ^{abc}	13,44 ^{abc}	14,56 ^{bcd}	15,89 ^{bcd}	16,44 ^{bcd}
micro esencial 120 gr/planta + urea 25gr	7,44 ^{bc}	8 ^{bc}	9,78 ^{bc}	12,22 ^{cd}	13,33 ^c	13,78 ^{cd}
testigo (urea 25gr)	10,22 ^{abc}	10,67 ^{abc}	12,33 ^{abc}	14,89 ^{bcd}	15,56 ^{bcd}	16,44 ^{bcd}

Gráfico N°7. Prueba de Tukey al 0,05 sobre variable números

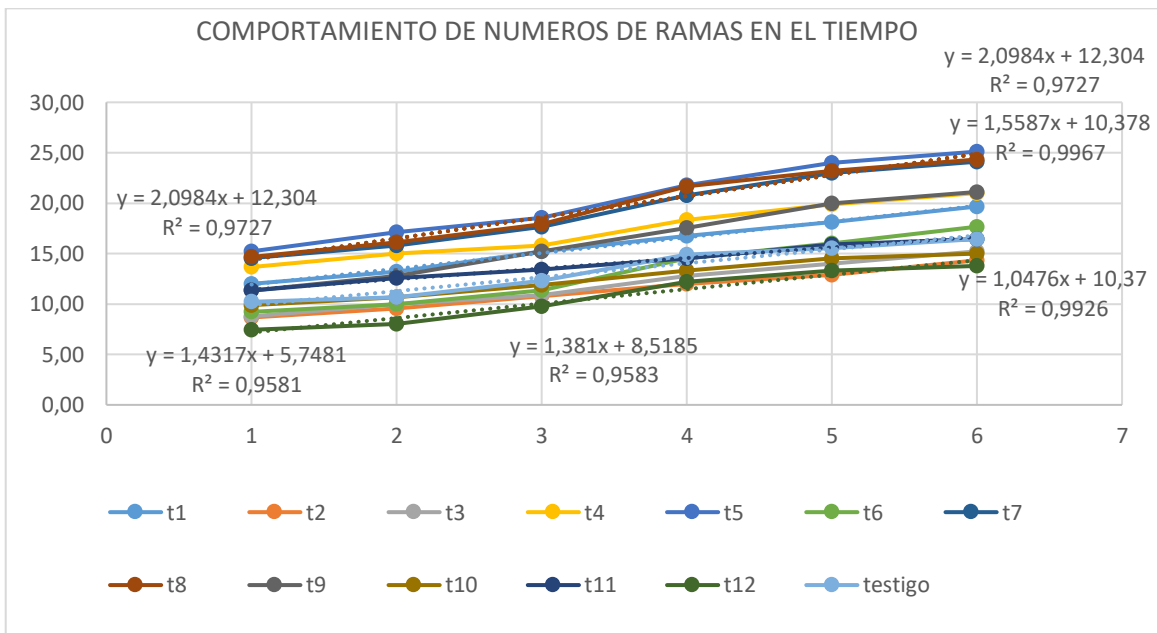


Regresión lineal de variable números de ramas

El gráfico N°8, permite observar un comportamiento homogéneo entre los tratamientos, en números de ramas crece en promedio 10 mm mensualmente, estableciéndose las diferencias en función al tipo de fertilizante aplicado.

El mes de julio presenta como mejor tratamiento donde se utilizó humus de lombriz 1,0 kg/planta + urea con 25,11^a ramas por plantas de café.

Gráfico N°8. Comportamiento de números de ramas en el tiempo



Objetivo 2. Evaluar 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

Evaluación de roya (*Hemileia vastatrix*)

La tabla N°8, presenta los valores promedios obtenidos en las seis evaluaciones, el análisis de varianza cuyo valor $p < 0,05$ y $p > 0,01$, identifica diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo, es oportuno indicar que esto se determina en el último mes y con una prueba de Tukey al 0,10. Identificado como tratamiento de mayor afectación a la micro esencial de 80 gr/planta + urea.

Es oportuno indicar que los datos tomados, citan daños que están por debajo del umbral económico, por lo que no representan afectación alguna a la producción de las plantas, debiéndose en gran medida a la variedad de café cultivada, la cual ha demostrado tener resistencia a la enfermedad.

Tabla N°8. ANOVA de seis evaluaciones de roya (*Hemileia vastatrix*) en el ensayo.

ANOVAS enfermedad roya (<i>Hemileia vastatrix</i>)						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
micorriza 0,5 gr/planta + urea 25gr	0,59	0,60	0,61	0,60	0,59	0,65 ^{ab}
micorriza 1,0 gr/planta + urea 25gr	0,58	0,58	0,60	0,53	0,57	0,58 ^{ab}
micorriza 1,5 gr/planta + urea 25gr	0,57	0,57	0,59	0,59	0,56	0,60 ^{ab}
humus de lombriz 0,5 kg/planta + urea 25gr	0,66	0,66	0,64	0,57	0,53	0,63 ^{ab}
humus de lombriz 1,0 kg/planta + urea 25gr	0,62	0,62	0,62	0,55	0,53	0,55 ^b
humus de lombriz 1,5 kg/planta + urea 25gr	0,61	0,61	0,60	0,59	0,58	0,60 ^{ab}
yeso agrícola 50 gr/planta + urea 25gr	0,61	0,61	0,62	0,60	0,63	0,66 ^{ab}
yeso agrícola 100 gr/planta + urea 25gr	0,63	0,63	0,62	0,58	0,56	0,62 ^{ab}
yeso agrícola 150 gr/planta + urea 25gr	0,62	0,62	0,59	0,55	0,53	0,58 ^{ab}
micro esencial 40 gr/planta + urea 25gr	0,55	0,58	0,55	0,58	0,56	0,57 ^{ab}
micro esencial 80 gr/planta + urea 25gr	0,64	0,65	0,65	0,62	0,55	0,72 ^a
micro esencial 120 gr/planta + urea 25gr	0,62	0,62	0,62	0,59	0,62	0,66 ^{ab}
testigo (urea 25gr)	0,66	0,66	0,65	0,64	0,58	0,65 ^{ab}

Evaluación de ojo de gallo (*Mycena citricolor*)

La tabla N°9, presenta los ANOVAS de las evaluaciones de la enfermedad ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en el ensayo, en esta se observa que no existe diferencia estadística alguna entre tratamientos.

Se destaca que la presencia de la enfermedad está por debajo de los estándares que la determinarían como de afectación al cultivo, debido a que su presencia es mínima, lo cual se debe al buen manejo que se ha realizado en el cultivo.

Tabla N°9. ANOVA de seis evaluaciones de ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en el ensayo

ANOVAS enfermedad ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i>)						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
micorriza 0,5 gr/planta + urea 25gr	0,60	0,60	0,64	0,65	0,64	0,67
micorriza 1,0 gr/planta + urea 25gr	0,63	0,64	0,64	0,66	0,63	0,70
micorriza 1,5 gr/planta + urea 25gr	0,62	0,62	0,65	0,64	0,57	0,69
humus de lombriz 0,5 kg/planta + urea 25gr	0,57	0,59	0,62	0,62	0,63	0,68
humus de lombriz 1,0 kg/planta + urea 25gr	0,55	0,55	0,65	0,67	0,65	0,64
humus de lombriz 1,5 kg/planta + urea 25gr	0,55	0,55	0,6	0,64	0,66	0,69
yeso agrícola 50 gr/planta + urea 25gr	0,63	0,63	0,63	0,62	0,64	0,70
yeso agrícola 100 gr/planta + urea 25gr	0,62	0,62	0,67	0,66	0,64	0,74
yeso agrícola 150 gr/planta + urea 25gr	0,61	0,61	0,67	0,66	0,66	0,68
micro esencial 40 gr/planta + urea 25gr	0,57	0,57	0,63	0,61	0,65	0,67
micro esencial 80 gr/planta + urea 25gr	0,64	0,64	0,65	0,64	0,65	0,72
micro esencial 120 gr/planta + urea 25gr	0,59	0,59	0,64	0,68	0,66	0,72
testigo (urea 25gr)	0,54	0,54	0,56	0,58	0,57	0,65

Objetivo 3. Determinar la correlación existente entre roya y ojo de gallo y variables morfológicas del café

Se efectuó un análisis de correlación entre las variables, con el fin de establecer relaciones entre los parámetros morfológicos y la presencia de enfermedades, procurando establecer la importancia de la fertilización en el cultivo de café arábigo Sarchimor 4260 en la etapa de crecimiento.

Tabla N°10. Valores del coeficiente de correlación de los análisis efectuados para seis variables.

Correlación de Pearson : coeficiente / probabilidad						
	enfermedad d 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				
Diametro de tallo	-0,01	0,78	1,00			
Diametro de copa	-0,09	0,78	0,88	1,00		
Numeros 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

Como se aprecia en la tabla N°10, existe correlación entre las variables altura de planta y diámetro de tallo, así como con las variables diámetro de copa y número de ramas, de igual manera existe correlación entre las variables diámetro de tallo con las variables número de ramas y diámetro de copa; y las variables número de ramas se correlaciona con el número de copas.

Las correlaciones entre las variables altura, diámetro de tallo, número de ramas y diámetro de copa, expuestas anteriormente, han encontrado en los tratamientos yeso agrícola y humus de lombriz, ambos con una combinación de urea, como los que expresaron mejor respuesta, lo cual es positivo, pues le permite a la planta contar con mejores parámetros morfológicos que a la postre inferimos mejor respuesta productiva, sin embargo eso lo podremos apreciar con futuras investigaciones en el cultivo estudiado.

En la tabla N°11, se puede ver la correlación entre las enfermedades y las variables agronómicas evaluadas, aquí se ratifica a nivel de p value, lo expresado anteriormente en la tabla 10; sin embargo, se aprecia que existe correlación significativa, p value de 0,04 entre la variable altura y la enfermedad ojo de gallo, y de igual manera entre la variable número de ramas y ojo de gallo ($p=0,05$), lo que alertaría tener cuidado en el manejo de podas y sombras que tiene el cultivo.

Tabla N°11. Coeficiente de correlación de dos variables evaluadas en el ensayo.

Correlación de Pearson				
Variable (2)	Variable (1)	n	Pearson	p-valor
enfermedad roya	altura de planta	39	-0,03	0,8512
enfermedad roya	diametro de tallo	39	-0,01	0,9704
enfermedad roya	diametro de copa	39	-0,09	0,5923
enfermedad roya	numeros de ramas	39	-0,04	0,7995
enfermedad roya	enfermedad ojo de gallo	39	0,21	0,2085
altura de planta	diametro de tallo	39	0,78	<0,0001
altura de planta	diametro de copa	39	0,78	<0,0001
altura de planta	numeros de ramas	39	0,82	<0,0001
altura de planta	enfermedad ojo de gallo	39	0,32	0,0462
diametro de tallo	diametro de copa	39	0,88	<0,0001
diametro de tallo	numeros de ramas	39	0,84	<0,0001
diametro de tallo	enfermedad ojo de gallo	39	0,29	0,0753
diametro de copa	numeros de ramas	39	0,81	<0,0001
diametro de copa	enfermedad ojo de gallo	39	0,23	0,1601
numeros de ramas	enfermedad ojo de gallo	39	0,31	0,0528

Adicionalmente al estudio realizado hemos considerado oportuno realizar un análisis sobre el costo de producción en etapa de crecimiento con los diferentes tratamientos; en futuras investigaciones cuando se pueda apreciar la productividad se podrá hacer el comparativo para determinar si realmente nuestra producción es rentable y continuar con este manejo en la aplicación de fertilizantes.

Cabe recalcar que en la investigación se gastó menos de lo que se puede expresar ya que este costo de producción es por hectárea.

Tabla N°12 Cantidad de fertilizantes por hectárea y su costo

	Dosis por plantas	Dosis por hectáreas	Costo	urea	Total
Micorriza	1gr	3.3kg	\$.50.00	\$45.50	\$95.50
Humus de lombriz	1kg	3.300kg	\$110.00	\$45.50	\$155.50
Yeso agrícola	100gr	330kg	\$105.50	\$45.50	\$151.00
Micro esencial	80gr	264kg	\$85.30	\$45.50	\$130.80
Urea	25gr	82.5kg	\$45.50		

IX. 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), 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 arabica*) con pequeños productores de Santander, Colombia, indican que químicamente el bocashi registró mayores valores que el lombricompostado, sin embargo, el lombricompostado 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.

(Figueroa 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 de 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 lo indicado 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 lo indicado por (INIAP, 2018), quienes indican 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 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 formados 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 cafeto 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 por 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.

X. 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 25gr seguido de cerca por el tratamiento donde se utilizó yeso agrícola 100 gr/planta + 25gr, 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.

XI. RECOMENDACIONES

Debemos continuar investigando al cultivar sarchimor 4260 en otras etapas de desarrollo del cultivo, para identificar que fertilizantes actúa directamente sobre el incremento de la producción en café, así mismo se debe considerar los costó de producción, se observa en la tabla N°12, que, en esta primera instancia, el yeso agrícola y humus de lombriz resultan los más cotosos, sin embargo, para definir relación beneficio/costo es necesario contar con información productiva. Por lo que es fundamental, continuar la investigación.

Se debe seguir valorando la presencia de la roya y ojo de gallo en el cultivar de café porque la roya es un hongo que permanentemente está mutando y en cualquier momento podría las plantas de café.

Investigando en otras fases de desarrollo morfológico del cultivar de café para ver como incide la presencia de enfermedades con las variables agronómicas y como afecta posteriormente en la producción de granos.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- ABC México. (2018). *Estrategia de Mejoramiento y diversificación de sombra en cafetales de la cooperativa el Jacaralito, Oaxaca, México.* . Obtenido de ABC México. Negocios sostenibles: https://www.conservation.org/global/mexico/convocatorias/Documents/Estrategia_MD_Cafe%CC%81%20de%20Sombra_INFORME%20FINAL.pdf
- 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*, 1-32.
- agriculturers.com. (2016). *El rol de los nutrientes en la resistencia a enfermedades de las plantas.* Obtenido de Agriculturers. Red de Especialistas en Agricultura.: <http://agriculturers.com/el-rol-nutrientes-resistencia-enfermedades-plantas/>
- AGROAVANCES. (2016). *Catálogo de Variedades de Café.* Obtenido de <http://agroavances.com/publicaciones-detalle.php?idPub=39>
- Almánzar, J. (2018). *Guía completa: Cómo cultivar Café.* Obtenido de Copyright © 2019 Grupo Bancolombia: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/negocios-pymes/actualizate/sostenibilidad/guia-cultivo-cafe-colombia>
- Barquero, M. (2013). *Manual de Recomendaciones para el Combate de la Roya del Cafeto.* Costa Rica: Instituto del Cafe de Costa Rica-ICAFFE.
- Batista, I. (2018). Enfermedades del cultivo de café. *Componente de República Dominicana del Programa Centroamericano para la Gestión Integrada del Café (PROCAGICA-RD)*, 1-8.
- 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.

- Bautista, D. (2017). Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* cv. ICA Cerinza. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS - Vol. 11 - No. 1 - pp. 122-132, enero-junio 2017, 1-11.*
- 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>
- Cacho, Y. (2015). *Importancia del cultivo de café de sombra.* Obtenido de Agencia Informativa Conacyt: <http://www.cienciamx.com/index.php/ciencia/mundo-vivo/2964-nota-importancia-del-cultivo-del-cafe-de-sombra>
- 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).
- Camargo, S., Montaña, N., De La Rosa, C., & Montaña, S. (2012). *Micorrizas: una gran unión debajo del suelo.* Obtenido de Revista Digital Universitaria. [revista.unam.mx.: http://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/](http://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/)
- Cárdenas , J., Suárez, O., & Orozco, E. (2018). *Roya del cafeto (Hemileia vastratrix). ¿Qué medidas preventivas se pueden tomar para evitar esta enfermedad?* Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/roya-del-cafeto>
- 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.*
- 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.*

- Cerda, M. (2017). Evaluación de fertilizantes químicos granulados para el desarrollo de almácigo de café (*coffea arabica*) var. Costa rica 95 en Huehuetán, Chiapas. *Universidad Autónoma de Chiapas , México. Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa. Vol.4, Núm.8, 1-24.*
- ChemicalSafetyFacts.org. (2019). *Fertilizantes. Usos y beneficios.* Obtenido de ChemicalSafetyFacts.org:
<https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/fertilizantes/>
- Colonia, L. (2012). *Guía Técnica "Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de Café".* Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM.
- Donoso, G. (2005). *Tesis. Comportamiento Agronómico de ocho cultivares de café arábigo en los cantones 24 de Mayo y Pajan de la Provincia de Manabí. P 14.*
- Duicela, L. (2014). *Guía técnica para la producción y pos cosecha del café arábigo. Primera Edición. Pp. 37. 119. 166. 225. 228.* Portoviejo - Ecuador.
- Educación Helvética S. A. (2019). *Taxonomía de Coffea arabica.* Obtenido de Honduras Silvestre:
<http://www.hondurassilvestre.com/search/taxa/taxa.aspx?tsn=35190>
- 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/pergamino-fnc/index.php/comments/fertilizacion_de_cafetales_clave_para_la_productividad
- FERTISA. (2018). *Microessentials SZ 12%N - 40% P202 - 10%S - 1%Zn.* Obtenido de FERTISA: <https://www.fertisa.com/producto.php?id=63>
- 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-cafeto-t27565.htm>
- GAD-Jipijapa. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* . Jipijapa: GAD-Jipijapa.
- Gómez, R. (2019). *Fertilizantes orgánicos, órgano-minerales y enmiendas orgánicas*. Obtenido de AEFA / Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes: <https://aeфа-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>
- Herogra Fertilizantes, S.A. (2016). *Gamas de fertilizantes con materia orgánica: Herorgan® y Fertigota®MOL*. Obtenido de Herogra Fertilizantes, S.A: <https://herogra.es/tag/materia-organica/>
- <https://es.weatherspark.com>. (2019). *El clima promedio en Jipijapa Ecuador*. Obtenido de © Cedar Lake Ventures, Inc: <https://es.weatherspark.com/y/18300/Clima-promedio-en-Jipijapa-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- INFOAGRO. (2017). *Lombricompost, Vermicompost o Humus de Lombriz*. Obtenido de Revista INFOAGRO México: <https://infoagro.com/mexico/lombricomposto-vermicompost-o-humus-de-lombriz/>
- INIAP. (2018). *Establecimiento del cultivo de café*. Quito - Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2014). *Café arábigo. Nutrición y manejo agronómico*. . Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcafea>
- INTAGRI. (2017). *Guía de Fertilizantes Nitrogenados para Cultivos. El nitrógeno en la nutrición vegetal. La Urea*. Obtenido de

<https://www.intagri.com/index.php/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-nitrogenados-para-cultivos>

- INVERSANET. (2013). *10 beneficios de la fertilización orgánica y el correcto manejo del suelo*. Obtenido de <https://inversanet.wordpress.com/2013/02/14/10-beneficios-de-la-fertilizacion-organica-y-el-correcto-manejo-del-suelo/>
- Jaramillo, J. (2018). *Descripción de variedades de café*. Obtenido de <https://edoc.site/10-variedades-e-hibridos-del-cafe-pdf-free.html>
- Landa, C. (2019). *Manejo de sombra en cafetales*. Obtenido de <https://www.latribuna.hn/2017/07/22/manejo-sombra-los-cafetales/>
- Lince, L., & Sadeghian, S. (2015). Producción de café (*Coffea arabica* L.) en respuesta al manejo específico de la fertilidad del suelo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental – Volumen 6 Número 2 - julio-diciembre de 2015 – ISSN 2145-6097*, 1-12.
- Lovo, R. (2012). Determinación de un plan de fertilización para el cultivo de café (*Coffea arabica*), basado en el levantamiento y análisis de suelos de la finca La Soledad, Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras*, 1-26.
- Marín, G. (2012). *Producción de cafés especiales. Manual Técnico. Programa Selva Central*. Lima - Perú: DESCO Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo.
- MCCH Maquita Cushunchic . (2015). *Fertilización orgánica*. Quito - Ecuador: Fundación MCCH.
- 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 (*Hemileia vastatrix*) en Variedades Mejoradas en Honduras al 2019*. Honduras: Programa de Mejoramiento Genético IHCAFE.

- Mosquera, A., Melo, M., Quiroga, C., Avendaño, D., Barahona, M., Galindo, F., . . . Sosa, D. (2016). Evaluación de fertilización orgánica en cafeto (*Coffea arabica*) con pequeños productores de Santander, Colombia. *TEMAS AGRARIOS - Vol. 21:(1) Enero - Junio 2016 (90 - 101, 1-12.*
- Olortegui, T. (2012). *Guía Técnica Manejo Integrado de Plagas del café*. Perú: Universidad Nacional La Molina UNALM.
- Ormeño, M., García, R., Garnica, J., & Ovalle, A. (2017). *Manejo Agroecológico del cultivo de café*. Maracay - Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA.
- Peery, J. (2017). *Cantidades de fertilizante e impacto en las enfermedades de las raíces*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/cantidades-de-fertilizante-e-impacto-en-las-enfermedades-de-las-raices/>
- Pérez, R. (2018). *La importancia de la fertilización química de las plantas*. Obtenido de <https://mx.blastingnews.com/opinion/2018/02/la-importancia-de-la-fertilizacion-quimica-de-las-plantas-002374275.html>
- Ramírez, F. (2016). *Módulo 2. variedades e híbridos de café. Gobierno de Pichincha eficiencia y solidaridad*. Pichincha: Gobierno de Pichincha.
- Ramírez, J. (2016). Sarchimor IAC 125 RN (IBC 12 o café Uva), resistente a roya y nemátodos. *revistacafeicultura*, 1-8.
- 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
- Rivillas, C., & Castro, Ä. (2011). *Ojo de Gallo o Gotera del cafeto Omphalia flavida. Enfermedad severa en algunas regiones cafeteras de Colombia, asociada*. Chinchiná - Caldas - Colombia: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia CENICAFE.

- Rivillas, C., Serna, C., Cristancho, M., & Gaitán, Ä. (2017). *La Roya del Cafeto en Colombia. Impacto, manejo y costos de control*. Chinchiná - Caldas - Colombia: Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé.
- Romero, J., Camilo, J., & Escarramán, A. (2015). *Guía Técnicaa. "Prácticas para el Mejoramiento de la Producción de Café y Diversificación de la Finca Cafetalera. Consejo Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF)*. Santo Domingo, República Dominicana: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).
- Ruelas, L., Nava, M., Cervantes, J., & Barradas, V. (2014). Importancia ambiental de los agroecosistemas cafetaleros bajo sombra en la zona central montañosa del estado de Veracruz, México. *Madera bosques vol.20 no.3 Xalapa sep./nov. 2014*, 1.12.
- Salazar, L., & Sadeghian, S. (2016). Repuesta del café (*Coffea arabica* L.) a la fertilización antes y después de la zoca. *Revista Cenicafé 67 (1): 81-93*. 2016, 1-14.
- Santiago, J. (2014). *Manual de uso de Yeso Agrícola cómo mejorador de suelos*. Obtenido de INTAGRI Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura:
https://www.intagri.com/public_files/Manual%20de%20Uso%20del%20Yeso%20Agricola%20como%20mejorador%20de%20suelos.pdf
- Smart Fertilizer Management. (2017). *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 cafeto*. Obtenido de International Plant Nutrition Institute:
[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)

- 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.
- Zapata, O., Espinoza, K., Melena, N., & Moncayo, J. (2015). Caracterización agromorfológica de nueve variedades de café arábigo (*Coffea arabica* L.) en el cantón Caluma, provincia de Bolívar. Ecuador. Avances. *Revista de Investigación Talentos II* (2) 46-51, 1-6.

ANEXOS

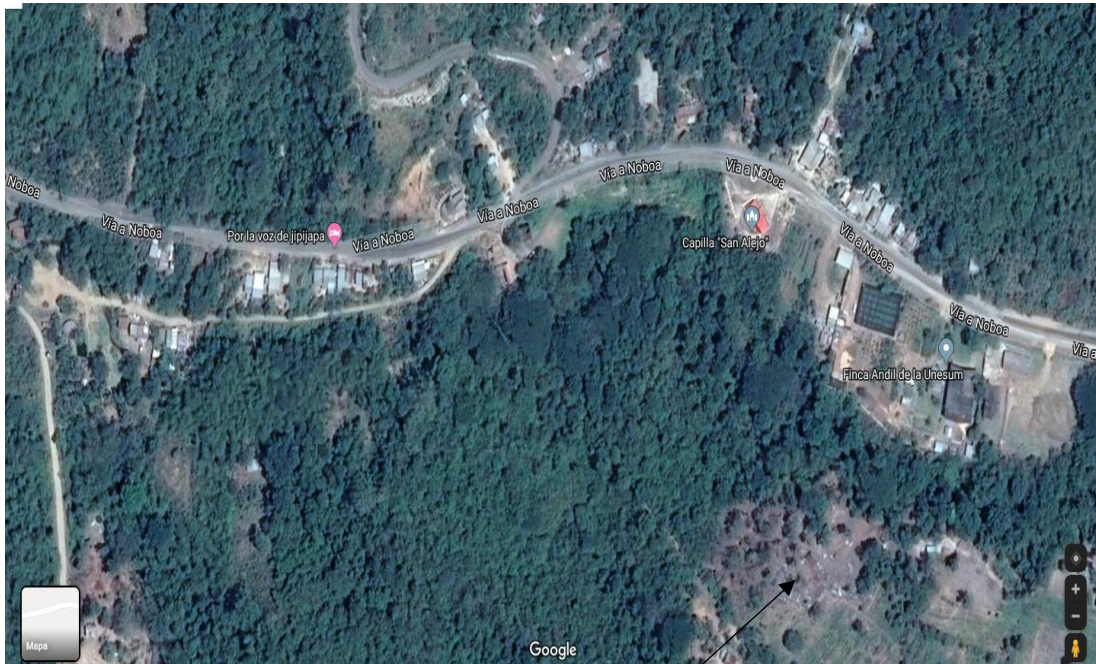
Anexos 1. Cronograma

ACTIVIDAD	2019																							
	Marzo				abril				mayo				junio				julio				agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Análisis y aprobación del tema		x	x																					
Elaboración de proyecto			x	x																				
Presentación para pre defensa				x																				
Pre defensa del trabajo de titulación				x																				
Desarrollo del experimento en campo					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
Toma de datos						x		x		x		x		x		x	x							
Presentación de primer borrador al tutor																		x	x	x				
Presentación del trabajo de titulación a la unidad de titulación																						x		
Sustentación de trabajo de titulación																						x		
Entrega de empastados y CD																							x	
Graduación																							x	

Anexo 2. Presupuesto

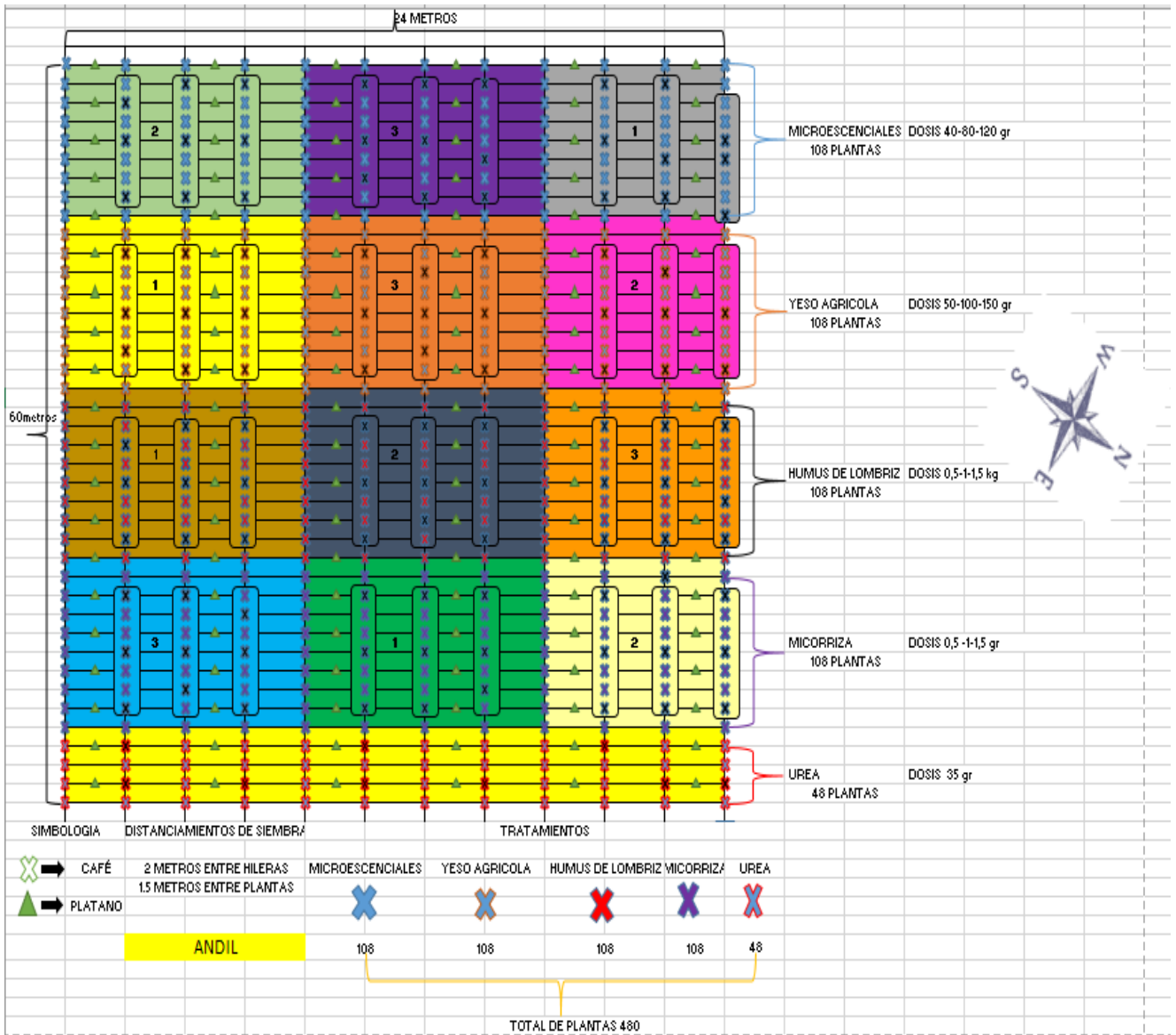
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Elaboración de proyecto	unidad	1	\$ 80.00	\$ 100.00
Urea	Saco	1	\$ 30.00	\$ 30.00
Micorriza	Saco	1	\$ 15.00	\$ 15.00
Humus de lombriz	Saco	1	\$ 10.00	\$ 10.00
Micro esencial	Saco	1	\$ 30.00	\$ 30.00
Yeso agrícola	Saco	1	\$ 40.00	\$ 40.00
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
TOTAL			USD.	549.00

Anexo 3. Ubicación de la finca de Andil de la UNESUM



Lugar donde se desarrolló la investigación de campo

Anexo 4. Croquis de campo



Anexo 5. Fotos de desarrollo de la investigación

Fertilizantes que se utilizaron en la investigación



Microesencial



Micorriza



Urea



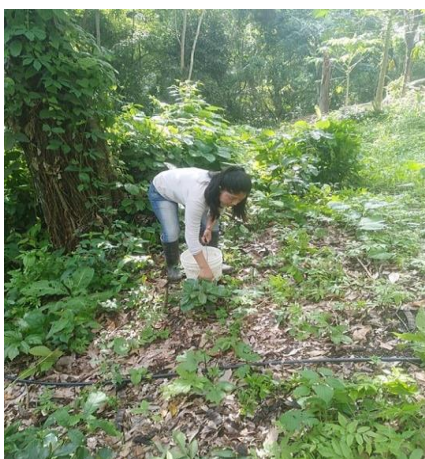
Yeso agrícola



Humus de lombriz



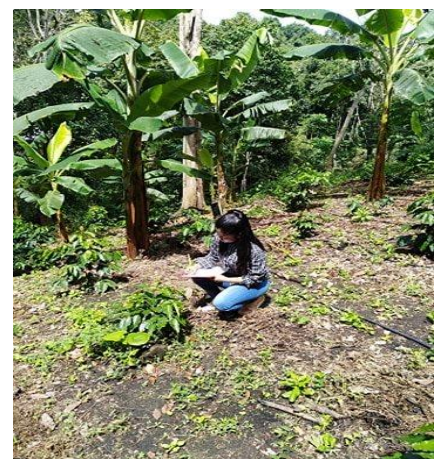
Fertilizando



Fertilizando



Control de maleza



Toma de datos



Toma de datos



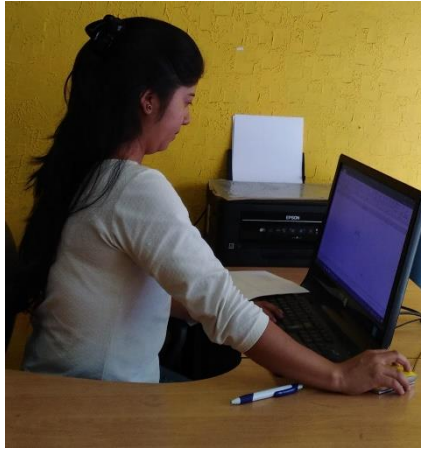
Toma de datos



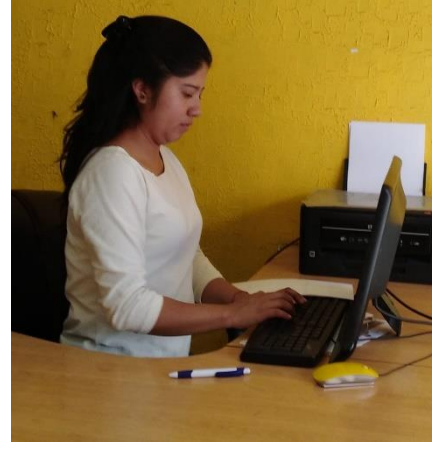
Toma de datos



Toma de datos



Tabulación de datos



Tabulación de datos

ANEXO 6

FORMULARIO DE:

AUTORIZACIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL UNESUM

Quien suscribe, Holguín Flores Gladys Katherine en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado “Comportamiento morfológico del café (*Coffea arábica L.*) sarchimor 4260 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos” otorga a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción y distribución pública de la obra, constituye un trabajo de autoría propia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Estatal del Sur de Manabí, se autoriza a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

El autor como titular de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que él asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta autorización, se cede a la Universidad Estatal del Sur de Manabí el derecho exclusivo de archivar y publicar para ser consultado y citado por terceros, la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficios económicos.

Jipijapa 24 de septiembre del 2019


Gladys Katherine Holguín Flores
C.I. 1314530971

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TITULACIÒN-tessiis G D.docx (D55167232)
Submitted: 01/09/2019 17:50:00
Submitted By: gladysholguin96@hotmail.com
Significance: 10 %

Sources included in the report:

TESIS FINAL CAFE CORREGIDO.docx (D30037124)
TEMA CAFE urku.docx (D49796945)
HUGO MUÑOZ TESIS DE ROYA FINAL.docx (D11872759)
Willan Solano Tesis Final.docx (D30232935)
<http://agriculturers.com/el-rol-nutrientes-resistencia-enfermedades-plantas/>
<http://agroavances.com/publicaciones-detalle.php?idPub=39>
<https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/negocios-pymes/actualizate/sostenibilidad/guia-cultivo-cafe-colombia>
<http://repositorio.unan.edu.ni/3795/1/51771.pdf>
<http://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/>
<https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/fertilizantes/>
https://www.federaciondecafeteros.org/pergamino-fnc/index.php/comments/fertilizacion_de_cafetales_clave_para_la_productividad
<https://www.fertisa.com/producto.php?id=63>
<https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-cafeto-t27565.htm>
<https://aeafa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>
<https://herogra.es/tag/materia-organica/>
<https://es.weatherspark.com/y/18300/Clima-promedio-en-Jipijapa-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>
<https://infoagro.com/mexico/lombricompuesto-vermicompost-o-humus-de-lombriz/>
<https://www.intagri.com/index.php/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-nitrogenados-para-cultivos>
<https://inversanet.wordpress.com/2013/02/14/10-beneficios-de-la-fertilizacion-organica-y-el-correcto-manejo-del-suelo/>
<https://edoc.site/10-variedades-e-hibridos-del-cafe-pdf-free.html>
<https://www.latribuna.hn/2017/07/22/manejo-sombra-los-cafetales/>
<https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/cantidades-de-fertilizante-e-impacto-en-las-enfermedades-de-las-raices/>
<https://mx.blastingnews.com/opinion/2018/02/la-importancia-de-la-fertilizacion-quimica-de-las-plantas-002374275.html>