



UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA
AGRICULTURA
CARRERA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA

**Comportamiento morfológico del café arábigo sarchimor 42 60 en etapa de vivero,
al tamaño de bolsa**

AUTOR

López Zambrano Leandro Paúl

TUTOR

Ing. Washington Narváez Campaña. Mg. SC

Jipijapa - Manabí - Ecuador

2020

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ingeniero Washington Narváez Campana. Mg. SC. Docente tutor de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Certifica que el Señor; López Zambrano Leandro Paul, realizó su proyecto de investigación titulado **“Comportamiento morfológico del café arábigo sarchimor 42 60 en etapa de vivero, al tamaño de bolsa”**, bajo la dirección de quien suscribe.

Certifico que ha cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Washington Narváez Campana. Mg. Sc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TRABAJO
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

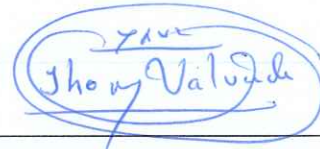
**“Comportamiento morfológico del café arábigo sarchimor 42 60 en etapa de vivero,
al tamaño de bolsa”**

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 Vázquez. Mg. Sc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Alfredo Valverde Lucio. Mg. GPSP
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Jessenia Morán Morán. MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Máximo Vera Tumbaco. 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 arábigo sarchimor 42 60 en etapa de vivero, al tamaño de bolsa”** corresponde exclusivamente al egresado **Sr. López Zambrano Leandro Paúl**, y los derechos primordiales a la Universidad Estatal del Sur de Manabí,



López Zambrano Leandro Paúl

AUTOR

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico a quienes me inspiraron, a quienes me ayudaron a llegar a donde he llegado, a mi compañera de vida Galu, mis hermanas Ethel y Romina, mis sobrinas Anabolena y Daniela, a Honorio Sabando, Ingeborg Roben, mi madrina Erika Patiño, a mi padre Joaquín y en especial a mi Madre sin ella no lo hubiera logrado.

López Zambrano Leandro Paúl

RECONOCIMIENTO

Hago extensiva la más sincera gratitud al grupo de profesionales que integran la reconocida Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Ing. Alfredo Valverde, Ing. Washington Narváez, Ing. José Luis Alcívar, Ing. Carlos Castro, Ing. Máximo vera, Ing. Jessica Moran, Ing. Juan Quimiz, entre otros, quienes jamás demostraron egoísmo al impartir sus conocimientos colaborando así con el propósito de cosechar profesionales capaces e íntegros para ser parte de un mundo globalizado lleno de competencias las cuales estoy seguro poder conquistar con todo lo aprendido.

López Zambrano Leandro Paúl

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR	ii
CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO	iii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iv
DEDICATORIA	v
RECONOCIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
RESUMEN	xi
SUMMARY	xii
I. Antecedentes	1
II. Justificación	4
III. Planteamiento del Problema	5
3.1.- Formulación del problema	5
3.2.- Delimitación del problema	5
3.3.- Situación Actual del problema	5
IV. Objetivos	6
4.1. Objetivo general	6
4.2. Objetivos específicos	6
V. Variables	7
5.1. Variable independiente	7
5.2. Variable dependiente	7
VI. Marco teórico	8
6.1. Generalidades del cultivo de café	8
6.2. Taxonomía del cultivo de café	8
6.3. El café en Ecuador	9
6.4. Morfología general del café	9
6.5. Condiciones ambientales del cultivo de café	13
6.6. Nutrición del café	14
6.7. Variedades del café a utilizar en la investigación	15
6.8. Manejo del café	16
6.9. Propiedades químicas de los fertilizantes	18
6.10. Manejo del suelo	19
6.11. Vivero del café	20
6.11.1. Propagación	21

6.11.2. Selección de la variedad y semilla	21
6.11.3. Tamaño y características de la bolsa de polietileno o envases	22
6.11.4. Sustrato para el vivero.....	23
6.11.5. Desinfección del sustrato.....	24
6.11.6. Manejo del vivero.....	24
6.11.7. Calidad de agua y fertilización del vivero.....	25
6.12. Productos utilizados durante la investigación.....	26
VII. Materiales y métodos.....	28
A. Materiales	28
B. Métodos	28
1. Ubicación	28
2. Factores de estudio	29
3. Tratamientos.....	29
4. Diseño experimental	29
5. Características del experimento	29
6. Análisis estadístico	29
7. Variables a ser evaluadas.....	30
8. Manejo específico de la investigación	31
7. Resultados experimentales	33
8. Discusión	47
9. Conclusiones	49
10. Recomendaciones.....	50
11. Bibliografía	51
ANEXOS	56
ANEXO 1. Cronograma	57
ANEXO 2. Presupuesto	58
ANEXO 3. Evidencias fotográficas.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	TITULO DE CUADRO	PAG
1	Análisis de normalidad	33
2	ANOVA altura de planta	34
3	ANOVA Variable diámetro de tallo	35
4	ANOVA de variable número de hojas	36
5	ANOVA Largo de hojas	37
6	ANOVA variable ancho de hoja	38
7	Comportamiento morfológico de tratamientos	39
8	ANOVA variable longitud de raíz.	40
9	ANOVA Diámetro de raíz	41
10	Variable peso húmedo de raíz	42
11	Variable peso seco de raíz	43
12	Correlación de Pearson entre variables	44
13	Correlación de Pearson con p-valor.	45
14	Costo de producción unitario	46

ÍNDICE DE GRÁFICO

Nº	TITULO DE GRAFICO	PAG
1	Regresión lineal altura	34
2	Tukey al 5 % variable altura	35
3	Regresión lineal diámetro de tallo	35
4	Prueba de Tukey al 5 % variable diámetro de tallo	36
5	Tukey al 5 % variable número de hojas	37
6	Tukey al 5 % variable, largo de hoja	38
7	Tukey 5 %, Variable ancho de hojas	38
8	Diámetro de tallo	39
9	Altura de planta	39
10	Tukey 5 %, variable Longitud de raíz.	40
11	Tukey 5 % Diámetro de raíz	41
12	Tukey 5 % Peso húmedo de raíz	42
13	Tukey 5 % Peso seco de raíz	43

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA AGROPECUARIA

Tema: “Comportamiento morfológico del café arábigo sarchimor 42 60 en etapa de vivero, al tamaño de bolsa”

AUTOR: López Zambrano Leandro Paúl

TUTOR: Ing. Washington Narváez Campaña. Mg. SC

RESUMEN

El desarrollo del ensayo “Comportamiento morfológico del café arábigo en etapa de vivero, en respuesta al tamaño de bolsa”, planteó como metas la identificación de las características morfológicas del café en etapa de vivero, así como evaluar el comportamiento radicular de las plantas de café en etapa de vivero. Se utilizó el diseño completamente al azar, y en las medidas en el tiempo, se aplicó regresión lineal, las variables morfológicas que son parte de este estudio son: altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), número de hojas (NH), diámetro de hojas (DH), largo de hojas (LH), tamaño de raíz (TR), diámetro de raíz (DR), peso húmedo de raíz (PHR), peso seco de raíz (PSR). Los datos fueron tabulados en Excel, y su análisis se efectuó en el software estadístico Infostat. Los resultados de la investigación determinan diferencias estadísticas en las variables morfológicas AP, DT, NH, LH, DH, identificadas mediante la prueba de Tukey al 5 %. Concluyendo que el mejor tratamiento es de tamaño de bolsa 26,5 x 20 cm, lo que infiere a aceptar la hipótesis de investigación, determinando que el tamaño de bolsa si influye en el comportamiento del cafeto en etapa de vivero, pues estas permiten un desarrollo radicular adecuado, y se establece correlación positiva entre el desarrollo de la raíz y la parte aérea de la planta; ante lo cual se recomienda a los productores el uso de bolsas de medidas no menores a 26,5 x 20 cm.

Palabras claves: Agroecología, variables, manejo, etapa, fertilizantes.

SUMMARY

Topic: "Morphological behavior of sarchimor 42 60 arabica coffee in the nursery stage, at bag size"

AUTHOR: López Zambrano Leandro Paúl

TUTOR: Ing. Washington Narváez Campaña. Mg. SC

The development of the trial "Morphological behavior of Arabica coffee in the nursery stage, in response to bag size", set as goals the identification of the morphological characteristics of coffee in the nursery stage, as well as evaluating the root behavior of coffee plants in nursery stage. The design was completely randomized, and in the measurements over time, linear regression was applied, the morphological variables that are part of this study are: plant height (AP), stem diameter (DT), number of leaves (NH), leaf diameter (DH), leaf length (LH), root size (TR), root diameter (DR), root wet weight (PHR), root dry weight (PSR). The data were tabulated in Excel, and their analysis was carried out in the Infostat statistical software. The results of the research determine statistical differences in the morphological variables AP, DT, NH, LH, DH, identified by the Tukey test at 5%, defining as the best treatment the bag size 26.5 x 20 cm, which infers to accept the research hypothesis, determining that the size of the bag does influence the behavior of the coffee tree in the nursery stage, since these allow adequate root development, and a positive correlation is established between the development of the root and the aerial part of the plant; Therefore, producers are recommended to use bags measuring no less than 26.5 x 20 cm.

Keywords: Agroecology, variables, management, stage, fertilizers.

I. ANTECEDENTES

En el Ecuador, el sector cafetalero tiene relevante importancia a nivel social y económico. La importancia social se relaciona con la generación de empleo directo para 105.000 familias como fuente de trabajo. En lo económico como aporte de divisas al Estado y la generación de ingresos para las familias cafetaleras y otros actores de la cadena productiva (COFENAC, 2011). Haciendo énfasis en la generación de empleos, con una producción cafetalera distribuidas en 136385 hectáreas de café arábigo, se genera una cantidad considerable de mano de obra en las actividades, tanto de producción, como de otras adicionales, tales como: transportación, comercialización, procesamiento, industrialización y exportación del grano. (INIAP, 2010)

El café es un cultivo cuya producción, comercialización, industrialización y exportación constituyen sectores importantes para la economía del Ecuador, por lo que el sector privado y público deben colaborar para lograr un desarrollo sustentable y mejorar las condiciones socioeconómicas de los ecuatorianos dedicados a esta actividad. El café ecuatoriano se exporta actualmente a cerca de cincuenta países, entre los más importantes están los Estados Unidos, España, Chile, Alemania, Italia. (INIAP, 2010)

Hay cuatro especies o grupos o formas principales, que se cultivan ampliamente y constituyen los cafés del comercio: café arábigo (*C. arabica* L.), café robusta (*C. canephora* Pierre ex Froehner), café liberiano (*C. liberica* Mull ex Hiern), y café excelso (*C. excelsa* A. Chev.); además, existe una gran cantidad de otras especies llamadas económicas, que se plantan en escala local y normalmente no entran a los canales comerciales.

Los agricultores al construir los semilleros, generalmente no siguen las técnicas desarrolladas y recomendadas para obtener plantas de excelente calidad, en lo que concierne al sustrato, ellos utilizan cualquier material que encuentran a su alrededor sin considerar la importancia de la materia orgánica, recurren a la fertilización química con lo cual se elevan los costos y contaminan el ambiente (Romero, 2000)

La UNESUM viene desarrollando un programa de investigación en café, del que se motivan varios proyectos. Siendo parte de ellos el proyecto “Manejo integral del suelo, agua y fertilidad en cafetales”, como parte de este proyecto se han motivado investigaciones en las que han participado estudiantes tanto de práctica pre profesional, vinculación y

tesis, destacan los proyectos: “Comportamiento morfológico del café arábigo Sarchimor 42 60 en etapa de crecimiento con fertilizantes químicos y orgánicos” y “Aplicación de bioestimulantes en el desarrollo de plantas de café arábigo (*Coffea arábica*) en etapa de vivero”, este último dio la pauta para el desarrollo de nuevas investigaciones, cuyos resultados plantean mejoras en el manejo del café en etapa de vivero.

Diversos estudios señalan, que para el manejo adecuado del cultivo se debe empezar desde el establecimiento en el vivero, ya que para la instalación al campo se debe garantizar plantas de buena arquitectura, vigorosas desde la raíz y libres de plagas y enfermedades (Castellón, et al., 2000).

Montecé, (2016), indica que la incorrecta preparación de almácigos, utilizando sistema de siembra inapropiado, semillas de mala calidad y cualquier material como sustrato, conllevan a obtener plantas con mala formación en el sistema radicular, lo cual se refleja en el desarrollo aéreo tanto del tallo, ramas y hojas. Un buen semillero debe proveer plantas de café vigorosas, esto se consigue con una buena preparación de sustrato, semilla de buena calidad, sistemas de siembra y manejo tecnológico adecuado.

La obtención de almácigos vigorosos de café (*Coffea arabica* L.) es uno de los pilares fundamentales en el establecimiento de los cultivos que pueden permanecer por más de 15 años en el campo. Entre los factores de éxito para lograr este objetivo está la adecuada nutrición de las plantas, la cual depende entre otros aspectos, de la selección apropiada de la dosis y la fuente de cada elemento. (Sadeghian y Zapata, 2014). Las técnicas básicas usadas en la agricultura orgánica son de vital importancia, entre ellas destaca el uso de los abonos orgánicos para mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas, cuyos beneficios generan un crecimiento vigoroso de raíces, follajes, floración y fructificación lo que permite a las plantas ganar mayor resistencia contra plagas y enfermedades (Aguilar *et al*, 2016)

El crecimiento de la raíz está limitado por el tamaño de la bolsa. Cuando la raíz toca el fondo de la bolsa se produce un doblamiento de ésta en forma de “L”, al que se le conoce como “cola de marrano”. Esta alteración en el crecimiento recto y en sentido vertical de la raíz tendrá efectos negativos en el anclaje de plantas adultas y en la absorción de nutrientes, causando raquitismo, y posiblemente un incremento a la sensibilidad de la planta a sequías. Una bolsa de 1,0 kg que le dé énfasis a la profundidad, permite un adecuado crecimiento de la raíz durante los primeros 4 meses. Si se planea mantener el

almácigo por un período de hasta 6 meses, es necesario utilizar una bolsa de mayor capacidad, 2,0 kg aproximadamente. (Gaitán *et al*, 2011)

Con la investigación se ha planteado determinar el tamaño adecuado de la bolsa en la siembra del vivero, y la relación de esta con el desarrollo de la raíz, así como su comportamiento morfológico a nivel de altura de planta, diámetro de tallo, número y tamaño de hojas. Esta evaluación ha permitido discernir la importancia del manejo del vivero en el desarrollo del cafeto, generando importantes recomendaciones para el sector productivo cafetalero.

II. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con lo señalado por Duicela (2016) a diciembre del 2014, se plantean los datos siguientes: superficie cosechada 140.000 ha; área de cafetales viejos 100.000 ha; productividad del café arábigo 231, 8 Kg/has; productividad del café robusta 250 Kg/has; 105 000 unidades de producción cafetaleras; producción nacional de 500 000 sacos de 60 kilos; consumo interno 200 000 sacos de 60 kilos; requerimiento de la industria 1'200 000 sacos de 60 kilos; capacidad instalada para exportación de café en grano 500 000 sacos de 60 kilos. Esto equivale a una necesidad de 1'900 000 sacos de 60 kilos, por tanto, el déficit de producto sería de 1'400.000 sacos de 60 kilos.

El café se produce en 20 de las 24 provincias del país lo cual denota la gran importancia socioeconómica del sector. Esta amplia distribución se presenta porque el Ecuador es uno de los 14 países, entre cerca de 70, que tiene producción mixta, es decir, cultiva las especies comerciales arábigo (*Coffea arabica*) y robusta (*Coffea canephora*). Los arbustos arábigos se pueden encontrar desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altura (msnm). (Delgado, 2002)

Manabí es una de las provincias de mayor producción cafetalera del país, con alrededor del 40% del total de sacos de 60 kg producidos a nivel nacional. Según el III Censo Agropecuario existían en la provincia en el año 2000 alrededor de 100.000 hectáreas sembradas de café, 60.000 en cultivo solo y 40.000 en cultivo asociado. (ANECAFE, 2014). Es en los cantones Jipijapa, Portoviejo, Olmedo, 24 de mayo, Paján y Santa Ana, donde se concentra la producción de café en la provincia de Manabí.

La investigación planteó un estudio del comportamiento radicular y morfológico del cafeto en etapa de vivero, relacionando para tal efecto con el tamaño de bolsa, planeando como objetivo el asegurar plantas de alta calidad productiva, con un periodo productivo mucho más amplio. La variedad de café arábigo que se empleó para la investigación, fue el Sarchimor 42 60, que por su resistencia a la roya es de las más utilizadas por el caficultor manabita.

Los beneficiarios de esta investigación serán los productores cafetaleros, quienes, por desconocimiento en el manejo, incurren en errores en la producción del café durante la etapa de vivero, provocando que esté cuenta con cultivos poco productivos, lo que a la postre afecte no solo la calidad del producto, sino también sus ingresos económicos.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Formulación del problema

¿De qué manera el tamaño de bolsa, incide en el comportamiento morfológico del café arábigo sarchimor 42 60 en etapa de vivero?

Delimitación del problema

Contenido: Evaluación del desarrollo morfológico del café arábigo

Clasificación: Experimental

Espacio: Jipijapa

Tiempo: Enero del 2020 – mayo 2020

Problemática

Actualmente los pequeños y medianos productores cafetaleros del Cantón Jipijapa, presentan problemas de baja productividad, esto se debe en gran medida a la calidad de las plantas de café sembradas, lo que hace evidente el mal manejo de las plantas en los semilleros y particularmente en los viveros, utilizando bolsas de tamaño reducido tanto en el diámetro como del largo, pues el agricultor lo considera como un ahorro de material agrícola y mano de obra, dando de esta manera poca importancia al desarrollo radicular, ignorando que este es un factor preponderante en el futuro productivo de la planta.

El desconocimiento de esta problemática por parte del agricultor, propicia como ya menciono, que incurran en el error de utilizar fundas de tamaño reducido tanto en largo como en diámetro, lo que afecta al normal desarrollo de la raíz en la etapa de vivero, afectando además el crecimiento aéreo tanto del tallo como de sus hojas. (Montecé, 2016).

IV. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el comportamiento morfológico del café arábigo sarchimor 42 60 en etapa de vivero, en respuesta al tamaño de bolsa en Jipijapa - Manabí.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las características morfológicas del café en etapa de vivero, con respecto al tamaño de bolsa.
- Evaluar el comportamiento radicular de las plantas de café en etapa de vivero, en función a los diferentes tamaños de bolsas.
- Realizar un costo de producción de cada uno de los tratamientos realizados.

V. VARIABLES

5.1. Variable independiente

Tamaño de bolsa

5.2. Variable dependiente

Comportamiento morfológico del café en etapa de vivero

Hipótesis

H₁: El tamaño de bolsa incide en el comportamiento morfológico del café arábigo en etapa de vivero en Jipijapa - Manabí.

H₀: El tamaño de bolsa, no incide en el comportamiento morfológico del café arábigo en etapa de vivero en Jipijapa - Manabí.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. Generalidades del cultivo del café

El cultivo de café se encuentra dentro de las principales actividades agrícolas que se realiza en el Ecuador, debido a su importancia económica y social en la generación de divisas y empleo. Se encuentra entre los diez cultivos con mayor superficie, además, es sembrado en 20 provincias del país. Ante la importancia del cultivo, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) pone 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. En referencia a lo expuesto, el informe de “Rendimientos de Café Grano Seco en el Ecuador 2016” refleja el nivel de productividad de las especies de café Arábigo y Robusta a nivel nacional, en el año 2016. Los principales resultados obtenidos indican que, durante el periodo de análisis, la especie de café Arábigo representó el 63% de la producción nacional de café y presentó un rendimiento de 0.22 t/ha. (El Productor, 2017)

Para Ecuador el café es un bien agropecuario de exportación importante, en donde el 63% fue representado por el café Arábigo que es cultivado por el 85% de los caficultores. (AAPROCNOP, 2017)

6.2. Taxonomía del café

Nombre Científico: *Coffea arabica*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Gentianales*

Familia: Rubiaceae

Tribu: Coffeae

Género: Coffea

Especie: *Coffea arabica* (Silva, 2019)

6.3. El café en Ecuador

Para los ecuatorianos, tiene importancia en los órdenes: económico, social, ambiental, institucional y salud humana. En lo económico, constituye una fuente de divisas e ingresos para los actores de las cadenas del café. En lo social, en las cadenas del café se involucran muchas etnias y pueblos en 23 de las 24 provincias de Ecuador, dispersos en un amplio tejido social. En lo ambiental, se cultiva básicamente en sistemas agroforestales, en una amplia diversidad de suelos y climas, contribuyendo a la conservación de la fauna y flora nativas; en lo institucional el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) impulsa el proyecto de reactivación de la caficultura para beneficiar a las estructuras organizativas de los productores. (Ponce *et al*, 2018)

Al igual que en los demás países cafetaleros, la producción de café es una actividad familiar que demanda mucha mano de obra y genera empleo rural y urbano, pues a las jornadas en el campo se suman aquellas necesarias para los procesos de comercialización, transporte, preparación del grano para la exportación y de industrialización. (Patiño, 2002)

En Ecuador se cultivan las dos principales especies comerciales en el contexto mundial, *Coffea arabica* L (café arábico) y *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (robusta). Las tecnologías de producción generadas y validadas han permitido elevar la productividad a tres tm/ha en arábigo y cinco tm/ha en robusta, esto a nivel de productores pioneros fincas de alto rendimiento. Sin embargo, el mayor problema que enfrenta la caficultura ecuatoriana es la baja producción nacional, con una producción promedio nacional de apenas 270 kg/has. (Ponce et al, 2018)

6.4. Morfología general del café

El café es una planta provista de un eje central, que presenta en su extremo una parte meristemática en crecimiento activo permanente que da lugar a la formación de nudos y entrenudos. Las ramas laterales o plagiotrópicas se alargan en forma permanente, lo que sumado al crecimiento vertical le da una forma piramidal a la planta. Las ramas primarias son aquellas que condicionan el crecimiento lateral de los cafetos, conociéndose también con el nombre de "bandolas". En cambio, las ramas orto trópicas permiten el crecimiento

vertical de las plantas y sólo producen yemas vegetativas y nunca flores (Sotomayor, 2010).

Las ramas primarias dan origen a las secundarias de las que a su vez se forman las terciarias. A este conjunto de ramas secundarias y terciarias se lo conoce con el nombre de "palmilla". Las ramas primarias se van formando progresivamente en número de dos y en forma opuesta. Algunas veces entre las hojas y las ramas primarias se forman por una sola vez flores y frutos.

Las yemas de los nudos de las ramas plagiotrópicas primarias dan lugar inicialmente a las hojas en número de dos en forma opuesta. Posteriormente; emergen las flores a partir de las yemas de fructificación ubicadas sobre el punto de inserción de las hojas sobre las ramas que luego se convierten en frutos por una sola vez. Es decir, en los nudos de las ramas primarias se van formando flores y frutos desde la base de la rama hacia el extremo en forma progresiva a medida que van desarrollando. Posteriormente, en el lugar donde se formaron los frutos; se desarrollan las ramas secundarias a partir de las yemas vegetativas que se encuentran en estado latente en el cafeto. En éstas a su vez, se forman nudos, hojas opuestas, flores, frutos por una sola ocasión. Este proceso continúa de la misma manera en las ramas terciarias. En aquellos casos en que el crecimiento apical del cafeto es destruido se forman nuevos brotes los cuales crecen inicialmente en sentido horizontal y luego vertical. Estos brotes se los conoce también como chupones o ramas ortotrópicas. (Sotomayor, 2010)

La fructificación de café de cada año, se va formando en nudos nuevos, en tejido vegetal de un año y por una sola vez. En otras palabras, el área productiva de las plantas o cosecha del año se forma en los nudos que se desarrollan el año precedente La producción anual se incrementa progresivamente durante los tres a cinco años, tendiendo luego a disminuir. (Sotomayor, 2010)

Morfología de órganos

6.4.1. Tallo

Monroig (2016), expresa que el arbusto de café está compuesto generalmente de un solo tallo o eje central. El tallo exhibe dos tipos de crecimiento. Uno que hace crecer al arbusto verticalmente y otro en forma horizontal o lateral. El crecimiento vertical u ortotrópico es originado por una zona de crecimiento activo o plúmula en el ápice de la planta que va

alargando a ésta durante toda su vida, formando el tallo central, nudos y entrenudos. En los primeros 9 a 11 nudos de una planta joven sólo brotan hojas. De ahí en adelante ésta comienza a emitir ramas laterales. Estas ramas de crecimiento lateral o plagiotrópico se originan de unas yemas que se forman en las axilas superiores de las hojas. En cada axila se forman dos o más yemas unas sobre las otras. De las yemas superiores se desarrollan las ramas laterales que crecen horizontalmente. La yema inferior a menudo llamada accesoria, da origen a nuevos brotes ortotrópicos. Usualmente esta yema no se desarrolla a menos que el tallo principal sea decapitado, podado o agobiado.

La muerte de la yema apical causada por ataque de enfermedades, insectos, deficiencias nutricionales u otros puede causar la activación de las yemas accesorias a formar nuevos brotes que sustituirán al original. Las yemas crecen primero en sentido horizontal, luego se doblan y crecen verticalmente formando una rama ortotrópica que a su vez forma hojas y ramas laterales. No es hasta que el tejido del tallo principal o sustituto (según sea el caso) se vuelve lo suficiente maduro que se emiten las ramas laterales. En la parte inferior del tronco donde ya no hay hojas se forman yemas que al podar o doblar el tallo brotan de esos nuevos chupones que sustituyen el anterior. En resumen, puede concluirse que el café exhibe un dimorfismo único en su crecimiento vegetativo. (Monroig, 2016)

6.4.2. Ramas

Monroig, (2016), indica que, el crecimiento de éstas y la emisión de nuevas laterales en forma opuesta y decusada van dando lugar a una planta de forma cónica. Las ramas primarias plagiotrópicas dan origen a otras ramas que se conocen como secundarias y terciarias. En estas ramas se producen hojas, flores y frutos. A excepción de algunas especies, en el tronco o tallo del C. arábica normalmente se producen sólo yemas vegetativas, nunca flores ni fruto. Si a una rama lateral se le poda su ápice, no se induce la formación de otras ramas laterales en la misma axila, o sea, no tiene poder de renovación.

6.4.3. Raíces

Los tipos de raíces que tiene el cafeto son: pivotante, axiales o de sostén, laterales y raicillas. La pivotante puede considerarse como la raíz central, su longitud máxima en una planta adulta es de 50 a 60 cm. Las raíces axiales o de sostén y las laterales se originan a partir de la pivotante; de las laterales generalmente se desarrollan las raicillas que, en un alto porcentaje (80 - 90%), se encuentran en los primeros 30 cm del suelo con un radio

de 2 a 2,5 m a partir de la base del tronco. Las raicillas son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción de agua y nutrimentos a partir del suelo. Muchas veces no se diferencian las raíces axiales de las laterales; las primeras también pueden tener numerosas raicillas alimentadoras a mayor profundidad. En una raíz vieja la madera (xilema secundario) ocupa el mayor volumen; la corteza se forma el floema secundario con tubos cribosos y células anexas y fibras del periciclo que aparecen en cordones aislados y le dan solidez. Hay también una capa generatriz que forma continuamente los nuevos tejidos que reemplazan a los externos que se van desprendiendo (León, 2000)

Una raíz típica de una angiosperma presenta la siguiente estructura funcional. La caliptra o cofia. Órgano apical que cubre la punta de la raíz, protegiéndola de los posibles daños en su recorrido por el suelo. A medida que la raíz penetra las células más externas de esta cubierta se desgarran y van formando una capa mucilaginosa que facilita el paso de la raíz por los poros del suelo. Las células desprendidas son reemplazadas por nuevas células, originadas en el meristema radical. La cofia también desempeña un papel en la respuesta de la raíz a la gravedad ya que en el centro de ella se encuentra el sitio de percepción al gravitropismo (posiblemente amiloplastos). (Arcilla, 2017)

La región meristemática o punto de crecimiento. Es la parte que se encuentra inmediatamente por encima de la caliptra. Consta de un grupo de células prismáticas y pequeñas que se dividen activamente para formar nuevas células que van a constituir los tejidos básicos de la raíz: el protodermo, precursor de la epidermis; el tejido básico, precursor de la corteza; y el procambium, precursor del xilema y el floema, el periciclo y el cambium. La región de elongación celular o de crecimiento. Es la combinación de la zona del meristema apical en la cual ocurre la división celular y la región inmediatamente siguiente, de unos pocos milímetros de extensión, en la cual las células se alargan. Esta región es responsable del crecimiento longitudinal de la raíz. (Arcilla, 2017)

La región de diferenciación o maduración. Es la parte que sigue a la zona de elongación, en la cual la mayor parte de las células de los tejidos primarios maduran. En esta zona también se forman las raíces absorbentes a partir de células epidermales especializadas, y por ello también se le denomina como la zona de las raíces absorbentes. (Arcilla, 2017)

Arcila (2017), citando a Reven, indica que las raíces desempeñan un papel fundamental en el crecimiento y la producción del cafeto. La raíz es el órgano por medio del cual la planta se ancla al suelo y absorbe y transporta el agua y los minerales esenciales para su

crecimiento. La raíz tiene además otras funciones menos conocidas como es la síntesis de algunas hormonas reguladoras del crecimiento como las citoquininas y el ácido giberélico, y en ocasiones, la síntesis de metabolitos secundarios. En algunas especies la raíz puede servir como órgano de almacenamiento. Señalando además que en la etapa almacigo, los factores que limitan el crecimiento de las raíces son: el tamaño inadecuado de las bolsas, la poda excesiva de la raíz pivotante en el momento del trasplante, el doblamiento de la raíz en la siembra, el ataque de nematodos, la deficiencia de materia orgánica en el sustrato utilizado para llenar las bolsas y el inadecuado o deficiente manejo cultural.

6.4.4. Hojas

Monroig, (2016), indica que las hojas aparecen en las ramas laterales o plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta. Tiene un pecíolo corto, plano en la parte superior y convexo en la inferior. La lámina es de textura fina, fuerte y ondulada. Su forma varía de ovalada (elíptica) a lanceolada. El haz de la hoja es de color verde brillante y verde claro mate en el envés. En la parte superior de la hoja las venas son hundidas y prominentes en la cara inferior. Su tamaño puede variar de 3 a 6 pulgadas de largo.

6.4.5. Inflorescencia

En lo que respecta a las flores, Monroig (2016), las caracteriza como pequeñas, de color blanco y de olor fragante. Los cinco pétalos de la corola se unen formando un tubo. El número de pétalos puede variar de 4 a 9 dependiendo de la especie y la variedad. El cáliz está dividido en 4 a 5 sépalos. Las yemas florales aparecen generalmente a los dos o tres años dependiendo de la variedad. Nacen en las axilas de las hojas en las ramas laterales. Estas yemas tienen la capacidad de evolucionar en ramificaciones. La florecida no alcanza su plenitud hasta el cuarto o quinto año.

6.4.6. Fruto

En cuanto a el fruto del cafeto, Monroig (2016), indica que esta, es una drupa. Es de forma ovalada o elipsoidal ligeramente aplanada. Contiene normalmente dos semillas plano convexas separadas por el tabique (surco) interno del ovario. Pueden presentarse tres semillas o más en casos de ovarios tricelulares o pluricelulares o por falsa poliembrionía (cuando ovarios bicelulares presentan más de un óvulo en cada célula). A causa del aborto de un óvulo se puede originar un fruto de una sola semilla (caracolillo). El fruto es de

color verde al principio, luego se torna amarillo y finalmente rojo aunque algunas variedades maduran color amarillo. La semilla o cotiledón tiene un surco o hendidura en el centro del lado plano por donde se unen las dos semillas. El grano o semilla tiene un extremo que termina en forma puntiaguda donde se encuentra el embrión.

6.5. Condiciones ambientales del cultivo del café

Como todas las plantas, el café necesita de condiciones ambientales especiales para su producción, y todas ellas tienen importancia.

6.5.1. Altitud

Brava (2012), indica que la altitud, incide en forma directa sobre los factores de temperatura y precipitación. La altitud óptima para el cultivo de café se localiza entre los 500 y 1700 msnm. Por encima de este nivel altitudinal se presentan fuertes limitaciones en relación con el desarrollo de la planta.

6.5.2. Precipitación

La cantidad y distribución de las lluvias durante el año son aspectos muy importantes, para el buen desarrollo del cafeto. Con menos de 1000 mm anuales, se limita el crecimiento de la planta y por lo tanto la cosecha del año siguiente; además, un período de sequía muy prolongado propicia la defoliación y en última instancia la muerte de la planta. Con precipitaciones mayores de 3000 mm, la calidad física del café oro y la calidad de taza puede comenzar a verse afectada; además el control fitosanitario de la plantación resulta más difícil y costoso. (Brava, 2012)

6.5.3. Temperatura

La temperatura promedio anual favorable para el cafeto se ubica entre los 17 a 23 °C. Temperaturas inferiores a 10 °C., provocan clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes. (Brava, 2012)

6.5.4. Humedad relativa

En lo que respecta a la humedad relativa, Brava (2012), indica, que cuando esta, alcanza niveles superiores al 85%, se propicia el ataque de enfermedades fungosas que se ven notablemente favorecidas.

6.5.5. Viento

En los que respecta a los vientos, estos inducen a la desecación y al daño mecánico de tejido vegetal, asimismo favorecen la incidencia de enfermedades. Por esta razón es conveniente escoger terrenos protegidos del viento, o bien establecer rompe vientos para evitar la acción de éste. (Brava, 2012)

6.6. Nutrición del café

Las plantas están constituidas por los siguientes elementos minerales: Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno (O) que representan como 96% del peso seco total y que la planta los toma del aire y del agua. Luego están Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), Boro(B), Hierro (Fe), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Zinc, (Zn) y Molibdeno (Mo) que representan aproximadamente el 4% del peso seco total y que la planta los toma del suelo por medio de finas y delicadas raíces absorbentes. La mayoría de los elementos nutritivos necesarios para las plantas se encuentran en el suelo en cantidades variables, a veces insuficientes para lograr una adecuada producción. Cuando no existen suficientes nutrientes en el suelo para satisfacer las demandas de la planta ocurren variaciones en la forma, color o desarrollo de las hojas, características para cada elemento. (Valencia, 2019)

6.6.1. Elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo del cultivo de café.

Durante la etapa vegetativa de la planta de café, su crecimiento es relativamente lento extrayendo bajas cantidades de nutrientes del suelo, pero en la etapa reproductiva, su crecimiento es mucho mayor al igual que sus necesidades de nutrientes, momento en el cual deben estar disponibles pues gran parte de ellos, se van para el llenado de los frutos. La principal fuente de nitrógeno es la materia orgánica presente en el suelo, lo que nos indica las cantidades a aplicar según el resultado del análisis de suelo, lo que puede variar entre 120 a 300 kilogramos de Nitrógeno por hectárea por año. De igual manera, los contenidos de fósforo y potasio no deben estar exentos del plan de fertilización y la cantidad dependerá de su contenido en el suelo. (www.agronegocios.co, 2017)

La apertura de nuevas áreas cafetaleras, así como la sustitución de plantaciones viejas con variedades de alto rendimiento requiere producir grandes volúmenes de plantas de buena calidad en vivero (almácigo) para establecer plantaciones sanas, vigorosas y por consiguiente, capaces de producir altos rendimientos, comúnmente los caficultores

prefieren comprar las plantas en viveros comerciales en lugar de producirlas, con el riesgo de que sean de baja calidad al no provenir de semilla seleccionada o de haberlas propagado en bolsas de tamaño inadecuado. (Arizaleta & Pire, 2008)

La utilización de bolsas de propagación en los almácigos de café permite producir plantas en menor tiempo, con mayor capacidad de soportar el estrés asociado con el trasplante en el campo y posibilita un uso más eficiente de los recursos involucrados en la producción, pues el viverista puede modificar el ambiente en el que se desarrolla la plántula mediante la aplicación de fertilizante, lo cual influye en la morfología y fisiología de la planta. En el vivero las dosis más frecuentes de fertilizantes varían de 0.48 a 0.60 g de N y K₂O, y de 0.60 a 0.96 g de P₂O₅ por bolsa (Arizaleta et al., 2002). En campo la respuesta predominante de la planta es al nitrógeno y potasio, y en vivero, al nitrógeno y el fósforo. (Arizaleta & Pire, 2008)

6.7. Variedades del café a utilizar en la investigación

Hay al menos 17 diferentes especies conocidas, pero la producción comercial de café se limita principalmente a las de *Coffea arábica* (café Arábica) y *Coffea canephora* (café robusta). En cantidades menores hay también producción de otras dos especies que están estrechamente relacionadas: *Coffea excelsa*, que se encuentra principalmente en el norte de África y *Coffea liberica*, que se encuentra tanto en el oeste de África como en Filipinas.

6.7.1. Café Sarchimor

Pincay (2017) citando a Quijano y Gil (2009), y a IHCAFE (2003, indica que el sarchimor se originó del cruzamiento de las variedades villa Sarchi CIFIC 971/10 x híbrido de Timor CIFIC 832/2, desarrollado en el centro de investigaciones de las Royas del cafeto, reirás, Portugal. Al Ecuador se introdujeron, en 1985, las líneas Sarchimor C-1669 y Sarchimor C-4260, seleccionadas en el instituto Agronómico. 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 de las plantas, brotes de color bronceado, alta productividad, reducido índice de frutos vanos y resistencia a la roya anaranjada.

6.8. Manejo del Café.

El desarrollo de la agricultura moderna privilegió la visión del investigador o el técnico en el desarrollo de las tecnologías, sin considerar o tener en cuenta la participación del

agricultor, ni las condiciones biofísicas en que estos sistemas se desarrollan. Los enfoques agroecológicos se basan en metodologías que son realizadas por equipos de investigación de carácter multidisciplinario, donde se da importancia a la participación del agricultor, el investigador, el técnico y el especialista en ciencias sociales y económicas. También se tiene en cuenta las condiciones ecológicas y socioeconómicas en las cuales los productores tienen sus predios. En esta sección se mostrarán las diferentes metodologías en las cuales se basan los enfoques agroecológicos. Al final de la sección se presentarán algunas herramientas de carácter práctico para evaluar el desempeño de sistemas agrícolas sustentables. (Restrepo *et al.*, 2000)

Las labores del cultivo son el conjunto de prácticas que se aplican a los cafetales con el propósito de crear condiciones favorables para el crecimiento sano y vigoroso del cultivar de café, además de asegurar una alta productividad. La fertilización, el control de malezas, las podas, la regulación de sombra y el manejo integrado de plagas y enfermedades son las labores fundamentales con las que se aseguran el éxito del cultivo especialmente para pequeños y grandes productores de café. (Alulima, 2012)

El cultivo del café es muy complejo en su manejo, por lo que sus múltiples componentes deben ser considerados más allá de una sostenibilidad agronómica. Es decir, todos sus componentes, elementos y labores culturales deben estudiarse como partes que tienen un impacto en el entorno que las soportan y, que, si no se trabajan de manera integral con una perspectiva más agroecológica y de acuerdo a las capacidades definidas de previo por la naturaleza, el paisaje se volverá insostenible para soportarlo como cultivo agrícola. Esto va contra la identidad económica, social, cultural y biofísica que ha tenido el café. (Cortes, 2011)

Las redes tróficas más complejas son más eficientes en el flujo de los recursos. En el suelo, por ejemplo, si al descomponerse una hoja, es aprovechada por las bacterias, que a su vez alimentan a amebas y nematodos, que luego son comidos por ácaros, el aprovechamiento del tejido de la hoja es mucho mayor. Toda la biomasa que la finca produce debe ser aprovechada. De esta forma los residuos del procesamiento de café nunca pueden considerarse un desecho. (FAO, 2017)

Por el contrario, son un valioso recurso que debe ser reutilizado en el cafetal. Igualmente, las malezas o arvenses, son recursos que la finca debe manejar y promover para

aprovechar todo espacio que tiene la finca, para producir biomasa, que luego debe ser reciclada en la finca. La materia orgánica en el suelo: no solo es fundamental para secuestrar carbono, sino también para sobrellevar las sequías y las inundaciones. Un suelo con más materia orgánica favorece la infiltración de agua, permitiendo una mayor aireación para la vida del suelo y las raíces. Existen varias formas de aumentar la materia orgánica en el suelo: las arvenses, los árboles de sombra, el compostaje, etc. (FAO, 2017)

6.9. Propiedades químicas de los fertilizantes.

6.9.1. Abonos completos

Las principales propiedades químicas que poseen los fertilizantes son las siguientes:

- Solubilidad: en agua (Nitrógeno (N), Potasio (K)) o en otros compuestos.
- Reacción del fertilizante en el suelo o sustrato: ácida o básica, en función del efecto que tenga el fertilizante sobre el pH del suelo.
- Higroscopicidad: es la propiedad de un fertilizante de absorber humedad del ambiente.

Muchas veces los compuestos metálicos son difíciles de asimilar para las plantas, los iones metálicos son minerales muy importantes y sus deficiencias resultan en color amarillento de las hojas, crecimiento retardado y cultivos de baja calidad.

Existen tres formas de aplicar un fertilizante: Al suelo (radicular), al follaje (foliar) y al agua de riego (fertirriego). (<https://www.hydroenv.com.mx>, 2019)

Aplicación al suelo o radicular.

Consiste en aplicar el fertilizante de manera directa o diluida en agua, en la base de la planta o en el sustrato, para que los nutrientes se encuentren presentes lo más cercano a sus raíces y éste pueda ser aprovechado por la planta. Esta fertilización permite que las plantas capten los nutrientes en forma adecuada con un suelo firme y un drenaje adecuado, para que se aproveche durante un período de tiempo más prolongado, pero si un suelo es muy suelto, el agua de riego escurrirá rápidamente y no podrá ser aprovechada por las raíces.

Si se utilizan productos ecológicos no existe posibilidad de sobre fertilizar y dañar la planta, pero si se usan productos químicos hay que tener especial cuidado en la dosis para no quemar sus raíces.

Una mala aplicación puede llegar a matar a la planta. Generalmente se aconseja no fertilizar en forma radicular una planta que fue recientemente trasplantada. Se deben esperar como mínimo unos 30 días. (<https://www.hydroenv.com.mx>, 2019)

6.9.2. Aplicación foliar

Es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo. Bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrientes. Consiste en aplicar el fertilizante en forma de lluvia a las hojas de la planta. La gran ventaja de esta fertilización está en el tiempo que se demoran los nutrientes en estar disponibles para la planta, ya que al entrar el producto en contacto con las hojas se absorbe de forma inmediata y los resultados pueden observarse en menos tiempo.

Los factores que influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos:

Factores que corresponden a la planta: Se analiza la función de la cutícula, los estomas y ectodesmos en la absorción de los nutrientes.

Factores ambientales: la temperatura, luz, humedad relativa y hora de aplicación.

Formulación del fertilizante foliar: se analiza el pH de la solución, surfactantes y adherentes, presencia de sustancias activadoras, concentración de nutrientes en la solución, etc. (www.hydroenv.com.mx, 2019)

6.9.3. La fertirrigación

Es una técnica de aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los cultivos.

El objetivo principal de la fertirrigación es el aprovechamiento del flujo de agua del sistema de riego para transportar los elementos nutritivos que necesita la planta hasta el lugar donde se desarrollan las raíces, con lo cual se optimiza el uso del agua, los nutrientes y la energía, y se reducen las contaminaciones si se maneja adecuadamente. (<https://www.hydroenv.com.mx>, 2019)

6.10. Manejo del suelo

Para el buen manejo del suelo se deben tomar en cuenta las siguientes prácticas:

a) Elaborar mapas de suelo, preferentemente mapas para toda la finca con la identificación del tipo de suelo de cada parcela y sus respectivos análisis físicos y químicos realizados

en un laboratorio acreditado por el SAE para comprobar el cumplimiento de la Normativa Nacional vigente³.

b) Se recomienda utilizar suelos que se encuentren libres de plagas o agentes contaminantes que afecten al café.

c) En el caso de suelos que tuvieron café con presencia de enfermedades y que fueron erradicados, se deben revisar los periodos de cuarentena previos a la nueva siembra.

d) Se deben emplear técnicas conservacionistas para mejorar o mantener la estructura del suelo, evitar su compactación y reducir la erosión del suelo. Deben adoptarse técnicas de manejo y conservación del suelo como coberturas muertas o 'mulch', siembras a través de pendientes, construcción de drenajes, manejo de coberturas vivas, aplicación de fertilizantes orgánicos, entre otros. Las recomendaciones nutricionales y de fertilización deben ser establecidas por un profesional técnico y/o afín que demuestre suficiencia y en base a los análisis de suelos y análisis foliares. (<http://www.agrocalidad.gob.ec>, 2013)

6.11. Vivero de café.

Un vivero es una instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas y plántulas. El vivero, es un lugar donde se crían diversas clases de especies vegetales, utilizando para ello los métodos de propagación de plantas conocidos. El Vivero cuenta con un conjunto de instalaciones, maquinarias, equipos, herramientas e insumos, para un funcionamiento eficiente y así lograr con ello una producción de alta calidad. (Reyes, 2015)

Un invernadero (espacio cerrado y cubierto de plástico, donde se cultivan plantas a una temperatura más alta que en el exterior), reservorio (espacio dedicado a la acumulación de agua para uso en el cultivo, doméstico o industrial), Área de sarán (utilizado para disminuir los rayos solares, vienen en varias dimensiones según el cultivo, también impide que el agua producto de las lluvias golpee directamente al cultivo; dentro de la estructura, la temperatura es menor que fuera, es inversa al invernadero), También, según el tamaño del vivero, puede tener un laboratorio de cultivo In vitro y área de terminación de plantas. (Reyes, 2015)

Dentro de la producción del café existen dos etapas importantes, la de vivero y la de desarrollo de la planta, que da lugar a la producción del fruto de café, el cual es recolectado para su transformación a una de las bebidas más importantes del mundo. Para

la producción de viveros, independientemente de la modalidad y método empleado, se deben seguir una serie de recomendaciones y cuidados de carácter general, pero que influyen grandemente en los resultados. A continuación, se describirán las de mayor relevancia (Irigoyen, 2000)

6.11.1. Propagación

El cafeto se propaga generalmente usando semillas producto de su autofecundación: es la manera de propagación comúnmente utilizada en nuestro medio. Además, puede propagarse asexualmente por estacas, injertos y mediante el empleo de cultivo de tejido in vi/ro (micro estacas, embriogénesis somática y cultivo de ápices). Esta última técnica de reproducción asexual se realiza a partir de pequeñas secciones de tejidos vegetales. (<https://es.slideshare.net/>, 2015)

6.11.2. Selección de la variedad y semilla

Muchas veces la selección de una variedad se hace sin tener en cuenta criterios técnicos y olvidando que las condiciones climáticas y edáficas que juegan un papel importante en la producción. Por otra parte, el caficultor debe conocer las exigencias de la variedad seleccionada a fin de proporcionarle los cuidados que demanda cada una, además de tener identificado de antemano el tipo de suelo, altura, condiciones climáticas, etc. del terreno donde se establecerá el cafetal. La semilla que se utilizará para la producción de las plantas en el semillero deberá ser rigurosamente seleccionada, cuidando principalmente los aspectos de calidad y preparación para la siembra. El primer requisito, quizá el más importante, cuando va a establecerse un almácigo de café o cualquier cultivo, es disponer de semilla bien seleccionada, especialmente en lo relativo a la pureza genética y sanidad, porque de ello depende en gran medida, el éxito de la futura siembra. (<https://es.slideshare.net/>, 2015)

La crianza de las plántulas de café es una labor fundamental para asegurar el establecimiento de un cafetal con alto potencial productivo. En el establecimiento del vivero se deben tomar en cuenta las siguientes prácticas:

a) La semilla debe provenir de cafetales destinados para semilla que reúnan las características fenotípicas de la variedad o híbrido. Durante la cosecha se debe realizar una o varias pruebas del índice de frutos vanos.

- b) La semilla debe ser preparada mediante el beneficio por la vía húmeda, beneficio ecológico o beneficio húmedo enzimático para obtener el café pergamino. El café pergamino se debe secar hasta el 14% de humedad cuando se va a conservar la semilla.
- c) El área donde se ubicará el cobertizo para establecer semilleros y viveros de café debe cumplir con las siguientes condiciones: fácil acceso, no inundable, ubicada cerca de una fuente de agua limpia y de las áreas de plantación, preferiblemente plano, libre de contaminantes y plagas.
- d) Se debe realizar un análisis al suelo destinado como sustrato en un laboratorio acreditado por el SAE, para conocer las características físicas, químicas y microbiológicas.
- e) Se debe descartar del vivero, plántulas con sistemas radiculares deficientes o plántulas con evidencia de problemas fitosanitarias graves.
- f) Se debe realizar el mejoramiento de los sustratos para un crecimiento rápido, sano y vigoroso de las plantitas de café. En los semilleros no es necesario realizar fertilización. (<http://www.agrocalidad.gob.ec>, 2013)

6.11.3. Tamaño y características de la bolsa de polietileno o envases.

Se recomienda utilizar bolsas de polietileno, de color negro, con 8 -12 perforaciones. Los tamaños de las bolsas pueden ser de 6x7", 6x8", 7x7" o 7x8 pulgadas. Las bolsas de mayor tamaño pueden ser usadas para la multiplicación de plantitas de café en el vivero, siempre que se consideren los costos, la disponibilidad de la tierra, el abono orgánico y la mano de obra; así como la distancia al terreno donde se va a establecer y el tiempo que se planea mantener las plantas en el vivero. (Duicela *et al*, 2004)

Bolsas de polietileno Son considerablemente menos costosas que los recipientes rígidos de metal o de plástico y parecen ser satisfactorias, pero algunos tipos de ellas se deterioran con rapidez. De ordinario son de polietileno negro. Es importante recordar que el tamaño de bolsa está en función del tiempo que durará la etapa vivero, pues a mayor tiempo la planta crecerá más necesitando más volumen de sustrato. Si esta etapa tendrá una duración mayor a los 11 - 12 meses, se debe usar bolsas de 9 x 10". Cuando esta etapa dura de 9 a 12 meses, el tamaño de bolsa puede ser de 8 x 10". Para el llamado vivero de "verano", que únicamente durará de 6 a 8 meses, se usa bolsa de 6 x 9" ó 7 x 10" (Irigoyen, 2000).

El "tubete" o "cono macetero" Es un cono de polipropileno negro grisáceo de 13 cm de altura y 150 cm³ de capacidad, con estrías internas a lo largo del tubo y abierto en la parte inferior. Su peso es de 22 gramos aproximadamente. Las estrías sirven para orientar las raíces hacia abajo y facilitan la separación del "pilón" de las paredes del "cono" cuando se trasplanta. La abertura inferior detiene el crecimiento de las raíces ya que, una vez que éstas llegan a la entrada de luz "suspende" su crecimiento produciéndose una especie de "fotópoda", que incrementa el volumen radicular. El orificio superior está rodeado por una "pestaña" o borde que sirve para que el "tubete" sea suspendido en estructuras o "camas" en forma de cuadrículas, así se evita la reinfestación del sustrato ya tratado. (<https://es.slideshare.net/>, 2015)

6.11.4. Substrato para el vivero

Existen diversos tipos de sustratos, lo importante es conocer cuál será nuestro mercado, tipo de plantas y envase a utilizar, de ellos depende muchos los materiales a utilizar para la conformación del sustrato. Ahora bien, la base de todo sustrato es el material que más abunde en la zona y tenga menor costo. El factor más importante en la conformación del sustrato es que sea liviano, tenga buena retención de humedad y que sea inocuo. Todos los materiales a utilizar deben ser bien mezclado y esterilizado antes de su uso. (Reyes, 2015)

El sustrato con que se llenarán las bolsas, corresponde a tierra agrícola enriquecida con compost micorrizado (abono orgánico producto del reciclaje de los subproductos de la finca con la incorporación de hongos micorrizógenos nativos presentes en la materia orgánica del suelo), en una proporción de 3 a 1. Esto significa que se deben mezclar tres volúmenes de tierra agrícola con un volumen de campos. Otros insumos que se pueden emplear para enriquecer el sustrato son pulpa de café descompuesta, tierra de guaba o de cacao, estiércoles procesados y humus de lombriz, en las mismas proporciones anteriormente señaladas. (Duicela *et al*, 2004)

La mezcla de estos elementos del sustrato incrementa el contenido de materia orgánica, creando condiciones favorables para la actividad de los microorganismos benéficos, los cuales proporcionan un ambiente favorable para las raíces y la obtención de plántulas vigorosas, sanas y con un buen desarrollo vegetativo. Adicionalmente, a la mezcla de tierra con el abono orgánico, se puede agregar una porción de fertilizante químico que contenga principalmente el elemento fósforo (P, 05) como: 10-30-10 o 18-46-0. La dosis

a usarse es de aproximadamente media tapa de cola por bolsa, equivalente a 3 gramos/bolsa (3 kilos/1.000 bolsas). (Duicela *et al*, 2004)

6.11.5. Desinfección del sustrato

El sustrato para el vivero, puede ser sometido a la "solarización" por una a dos semanas, para su desinfección. La adición de una porción de ceniza al sustrato "solarizado", contribuye a prevenir la incidencia del "Mal de talluelo". Otra alternativa de desinfección del sustrato es el empleo de funguicidas se lo realiza disuelto en agua limpia, con el uso de una regadera o una bomba aspersora manual de mochila. Luego de tres a cinco días de la desinfección del sustrato, se procede a trasplantar los "fosforitos" o "chapolas" a las bolsas. (Duicela *et al.*, 2004)

6.11.6. Manejo del vivero

Crianza de plántulas de café en bolsas de polietileno

Previo al trasplante de las chapolas a las bolsas del vivero, éstas se seleccionan en función de su estado agronómico, sanitario y sistema radicular. Las plantitas con raíces deformes ("bifurcadas", "pata de gallina"), torcidas, sin pelos absorbentes o enfermas, deben ser eliminadas. Sólo se trasplantan aquellas plantitas seleccionadas, vigorosas y con el sistema radicular sano y bien formado. El sistema de "crianza de plántulas en bolsas de poli etileno", tiene dos variantes: el "trasplante de semillero a vivero" y la "siembra directa a las bolsas". (Duicela et al, 2004)

Disposición de las bolsas en el vivero. - Después de llenar las bolsas con el sustrato, éstas deben ser colocadas ordenadamente en hileras dobles, con unos 20 centímetros de separación. Cada bloque de tres hileras dobles se separa de otro, por un espacio libre de 30 a 40 centímetros. Esta labor facilita la realización de las labores culturales como: deshierba, riego y control fitosanitario.

Trasplante del café a la bolsa. - El trasplante del café a la bolsa de polietileno, se inicia haciendo un hoyo en la parte central de la bolsa, de 8 a 10 centímetros de profundidad, empleando un "chuzo" de madera. Inmediatamente después, la plantita se coloca cuidadosamente en el hoyo, con la raíz en posición correcta, y se entierra hasta el nivel del cuello, presionando suavemente en las partes laterales para no dejar "bolsas de aire"

Labores culturales en el vivero de café. - Las labores culturales son un conjunto de prácticas que se apli can en el vivero, con el propósito de crear condiciones favorables

para el crecimiento sano y vigoroso de las plántulas de café y asegurar un material de siembra de buena calidad. La aplicación adecuada de riego, fertilización, control de malezas y manejo integrado de plagas y enfermedades, aseguran una buena calidad de las plántulas. Tales prácticas deben adoptarse en todos los casos, independiente del sistema de multiplicación que se haya elegido. (Duicela *et al.*, 2004)

6.11.7. Calidad del agua y fertilización del vivero

Este factor tiene una gran importancia, ya que muchas veces los viveristas no lo toman en cuenta, hay cultivos que no asimilan algunos elementos cuando el agua utilizada esta con pH por encima de 6, tal es el caso de la producción de pinus. En relación con la calidad del agua, hay que garantizar que esté exenta de salinidad, de forma que la concentración de cloruros más sulfatos sea inferior al 2 por mil. Otra analítica de salinidad por vía indirecta, medición de la conductividad a 25°C, debe comprobar que el agua para regar tenga menos de 0,25 mmohs/cm. El exceso de nitrógeno (abono) a veces favorece la aparición de enfermedades, por eso si no es necesario conviene no abusar de los fertilizantes. (Reyes, 2015)

La fertilización química tiene no debe modificar el valor de la reacción del suelo o del sustrato, para lo que es recomendable utilizar: en suelos ácidos, nitrato cálcico, amonitro, escorias Thomas, sulfato potásico y nitrato potásico; y en suelos básicos, sulfato amónico, superfosfatos y cloruro potásico. Un control muy conveniente del estado fisiológico de las plantas del vivero en relación con la fertilidad del suelo y que orienta sobre las necesidades de abonado mineral se consigue con análisis foliares de nutrientes, a comparar con la analítica edáfica y con tablas patrón por especies. (Reyes, 2015)

En los viveros de café debe efectuarse la fertilización química. aplicando un abono completo como: 10-30-10, 18-46-0, 12-24-12 ó 20-20-20 a partir de las 7 semanas del trasplante, con una frecuencia mensual, a razón de 5 gramos/bolsa, que equivale a 5 kilos/1.000 plantas. La dosis de fertilizante debe ser colocada en dos pequeños orificios, de unos 5 centímetros de profundidad, efectuados con un pequeño "chuzo", a una distancia de 3 a 5 centímetros del tallito de la planta. (Duicela *et al.*, 2004)

Otra forma de aplicar el fertilizante químico, es en corona, hacia el filo de la bolsa, en sustrato húmedo. Cuando se constatan deficiencias nutricionales en las hojas de los cafetos, a nivel del vivero, deben aplicarse fertilizantes foliares como: Stimufol (2 gramos/litro de agua) o Nitrofoska (2 centímetros cúbicos l litro de agua). Las deficiencias

de nitrógeno que se manifiestan como un amarillamiento de las hojas de las plantitas, se corrigen aplicando Urea (46% N), en dosis de 5 gramos/bolsa, sobre un sustrato previamente humedecido. Las alternativas ecológicas de fertilización en el vivero, consisten en el empleo de "abonos orgánicos líquidos" como el "biol" y el "caldo microbiológico". Se recomienda aplicar el biol o el caldo microbiológico en una dosis del 5% de concentración (1 litro de abono orgánico líquido + 19 litros de agua), aplicado cada 15 días, con una regadera o bomba aspersora de mochila). (Duicela *et al*, 2004)

Por otra parte, los altos contenidos orgánicos favorecen la presencia de hongos patógenos del suelo del grupo damping-off (Phytilum, Fusarium, Alternaria). La carencia de materia orgánica dará lugar a suelos poco fértiles. pH del sustrato, el más adecuado se encuentra entre 5,5 y 6,5 de pH e incluso menor. Los pHs básicos y neutros favorecen el desarrollo de damping-off y limitan las posibilidades de Micorrización. Los niveles del pH en el suelo se pueden corregir con encalados en caso de reacciones extremadamente ácidas y con la aplicación de sulfato amónico o azufre para aumentar la acidez. Ácido fosfórico, en la producción de pino toma una gran importancia al momento de la fertilización, ya que esta debe ser realizada bajo un pH ácido menor de 5 y es con el uso del mismo que se logra. (Reyes, 2015)

6.12. Productos utilizados durante la investigación

6.12.1. Micorrizas

Agregar micorrizas al suelo a las plántulas en vivero de café y árboles de sombra puede mejorar la nutrición de las raíces, puesto que los hongos micorrízicos se alimentan de las sustancias que exudan las raíces y, a cambio, producen nutrientes que ayudan a la planta a crecer. Esto es especialmente relevante para los suelos degradados, particularmente aquellos afectados por la sequía, donde las micorrizas pueden estar ausentes o son escasas. Facilitar el desarrollo de una buena estructura radicular de la planta es cada vez más relevante a medida que la renovación o establecimiento con nuevas variedades se hace cada vez más común. Es ampliamente utilizado en muchos cultivos, especialmente durante la fase de plantación. El uso de micorrizas en café no es muy conocido hasta la fecha. Se está desarrollando ensayos en viveros durante 4 meses en la región de Trifinio y los resultados muestran ser prometedores en la estimulación de la raíz y el desarrollo de la planta. Esto debe evaluarse aún en campo para determinar los resultados contra riesgos climáticos tal como la sequía. (<https://toolbox.coffeeandclimate.org>, 2018)

- Se necesita de la cepa adecuada: No siempre es fácil encontrar y mantener la cepa adecuada del hongo para proteger contra un problema específico de una enfermedad. La disponibilidad de hongos micorrízicos será muy limitado en la mayoría de las condiciones de campo y por tanto no será compatible con la plaga o enfermedad que se requiere controlar
- Se requiere paciencia: Su uso en el campo requiere de mayor cuidado que la de una aplicación química y toma mucho más tiempo mostrar un efecto en campo. Las micorrizas pueden actuar demasiado lento para las expectativas de los agricultores.
- Calidad: Algunos proveedores pueden ser inescrupulosos sobre la calidad del producto que venden.
- Complejo: los suelos son variables, complejos y poco conocidos por lo que una aplicación activa puede fallar por razones desconocidas. (<https://toolbox.coffeeandclimate.org>, 2018)

6.12.2. NUTRIGOLD® 9 - 45 - 15 + Microelementos inicio

Fórmula particularmente estudiada para la formación de las raíces y favorecer un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas. El alto contenido en Fósforo, así como su balance en Nitrógeno y Potasio, conjuntamente a los microelementos, constituyen un suplemento muy adecuado a los requerimientos nutricionales de las plantas jóvenes, lográndose un mejor brote de las raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso. En plantas cercanas a la floración, favorece la fecundación.

TOXICIDAD: Categoría Toxicológica IV - Cuidado.

MODO DE EMPLEO: NUTRIGOLD® es una fórmula particularmente estudiada para la formación de las raíces y favorecer un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas. El alto contenido en Fósforo, así como su balance en Nitrógeno y Potasio, conjuntamente a los microelementos, constituyen un suplemento muy adecuado a los requerimientos nutricionales de las plantas jóvenes, lográndose un mejor brote de las raíces y un crecimiento más rápido y vigoroso. En plantas cercanas a la floración, favorece la fecundación.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

Los materiales que se utilizaron en el desarrollo de la investigación, correspondieron a la construcción del vivero y las platabandas donde se ubicaron las bolsas llenas de sustrato de acuerdo a los tratamientos planteados en la investigación, así como también para llevar un manejo adecuado de riego y desarrollo foliar de las plantas, se destacan: balde, azadón, bomba de fumigar, machete y alicate, caña, cady, clavos, alambre, martillo, etc.

Además de estos materiales se emplearon equipos y suministros de oficina como computadora, impresora, grapadora, perforadora, papelería, entre los destacados. Es oportuno además indicar que se utilizaron tabla de campo, y equipos de precisión como cinta métrica, calibrador, balanza analítica.

B. Métodos

1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el cantón Jipijapa, en la Parroquia Fausto Morán, sector la Gangotena. Coordenadas: 1°20'00"S 80°35'00"O

Limites:

Al norte: con los cantones Montecristi, Portoviejo y Santa Ana.

Al sur: con el Cantón Paján y la Provincia del Guayas.

Al este: con los cantones Veinticuatro de Mayo y Paján.

Al oeste: con el Océano Pacífico y el Cantón Puerto López. (www.ecured.cu, 2019)

Factores climáticos

El clima de Jipijapa es un clima estepa local. A lo largo del año, con pocas precipitaciones. Este clima es considerado BSh según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura media anual es 23.7 °C en Jipijapa. Precipitaciones aquí promedios 537 mm.

A una temperatura media de 24.8 °C, marzo es el mes más caluroso del año. El mes más frío del año es de 22.6 °C en el mes de julio. Entre los meses más secos y más húmedos,

la diferencia en las precipitaciones es 123 mm. Las temperaturas medias varían durante el año en un 2.2 °C. (climate-data.org, 2019)

2. Factores en estudio

La investigación es de un factor, siendo este el tamaño de bolsa

Factor A tamaño de bolsa

B1. 23 x 10 (testigo)

B2. 18,5 x 12

B3 20 x 16

B4. 26,5 x 20

3. Tratamientos

Tamaño de bolsa	Código	Repeticiones
23 x 10 cm (testigo)	F1. B1	10
18,5 x 12 cm	F1. B2	10
20 x 16 cm	F1. B3	10
26,5 x 20 cm	F1. B4	10

4. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental completamente al Azar. (Gabriel, *Et al*, 2017)

5. Características del experimento

DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL	
Unidades o parcelas experimentales	: 80
Número de repeticiones	: 10
Número de tratamientos	: 4
Número de plantas por unidad experimental	: 2
Número de plantas por tratamiento	: 20
Número de plantas evaluadas en parcela útil	: 80

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
Tratamientos	3 (t-1)
Error	36 (t) (r-1)
Total	39 (t r -1)

De igual manera se realizó el respectivo análisis de correlación de Pearson. El coeficiente de correlación de Pearson, pensado para variables cuantitativas (escala mínima de intervalo), es un índice que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente (www.personal.us.es), a fin de determinar las relaciones entre variables morfológicas y el comportamiento radicular.

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 se utilizó tomando en consideración la siguiente formula:

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

7. Variables a ser evaluadas

OE1.- Identificar las características morfológicas del café en etapa de vivero, con respecto a la interacción fertilizante tamaño de bolsa.

- Altura de planta
- Diámetro de tallo
- Numero de hojas
- Diámetro de hojas
- Largo de hojas

OE2.- Evaluar el comportamiento radicular de las plantas de café en etapa de vivero, en función a los diferentes tamaños de bolsas.

- Longitud de raíz
- Diámetro de raíz
- Peso húmedo de raíz

- Peso seco de raíz
- Humedad

OE3.- Realizar un costo de producción de cada uno de los tratamientos realizados.

Se efectuó un análisis de los costos por cada uno de los tratamientos.

8. Manejo específico de la investigación

Construcción de semillero. – Se construyó un semillero, cuyas dimensiones fueron 1 metro de ancho por 1 metro de largo. Se lo hizo en el suelo y para esto se profundizó 20 cm, se agregó arena de río en un 80 %, con el fin de garantizar el buen desarrollo de la raíz a la germinación.

Se desinfectó con Talón fungicida TALON 72 SC, evitando de esta manera problemas de damping off o mal del semillero.

Selección de la semilla. – Se seleccionó semilla del cafetal del Ing. Juan Quimis, quien cuenta con cafetos de Sarchimos 42 60, de ensayos con el COFENAC.

Se remojo las semillas por 48 horas, y luego se procedió a eliminar los caracoles y triángulos, así como semillas deformes. La siembra se realizó en líneas y se sembró la semilla hacia abajo y cada cm.

Construcción del vivero. - Se realizó la construcción de un vivero con caña guadua donde se ubicaron las platabandas y de esta manera se ubicaron las bolsas llenas con sustratos.

Recolección de sustratos para elaborar la mezcla. - Se preparó un sustrato adecuado que cumpla con todas las exigencias de textura y fertilidad del suelo.

El sustrato se prepara con 70% de materia vegetal (tierra de cafetal), 20% de humus y el 10% de estiércol de ganado.

Desinfección del sustrato. – se realizó la desinfección del área con el fungicida TALON 72 SC haciendo una preparación de 10 litros de agua, se aplicó al suelo este producto para controlar hongos.

Llenado de bolsas. - Una vez preparado el sustrato y desinfectado se procedió al llenado de bolsas con la finalidad de ser ubicadas en las diferentes platabandas.

Es oportuno indicar que las bolsas se llenaron de acuerdo al tamaño dispuesto en la investigación, respetando cada uno de los tratamientos.

Control de malezas. - Esto se lo realizará de manera manual de acuerdo a la presencia de estas en las bolsas utilizadas en el ensayo.

Fertilización de plantas en vivero. - Se utilizó 1 gramo x litro de agua NUTRIGOLD® 9 - 45 - 15 + MICROELEMENTOS, (cada 8 días luego cada 15 y así sucesivamente durante todo el ensayo)

Se utilizó 5 gramos de micorriza en 5 litros (se aplicó una sola vez, al llenado de las bolsas).

Riego. – El semillero se regó cada 2 o 3 días según la necesidad, este se tapó con plástico negro, hasta la fecha de germinación.

El riego de las fundas una vez realizado el trasplante se efectuó cada 2 días, y se lo efectuó con una regadera.

Toma de datos. – Los datos se tomaron cada 28 días, realizando esta práctica en 4 ocasiones durante todo el ensayo.

VARIABLES MEDIDAS EN LABORATORIO. – Las raíces fueron pesadas y medidas en el laboratorio de bromatología de la Universidad Estatal del sur de Manabí.

Las variables medidas, fueron diámetro de raíz, largo de raíz, peso húmedo, peso seco y humedad. Se utilizaron para aquello, equipos de laboratorio como la balanza analítica de cuatro dígitos, la estufa, el desecador, se utilizó además instrumentos de medición como la regla graduada, calibrador vernier.

Determinación de humedad. – Para determinar la humedad se procedió a tarar las bandejas de aluminio, luego se pesó la raíz húmeda, los datos se anotaban en una libreta para en lo posterior anotar en la base de datos en Excel; luego se lleva a la estufa, donde se dejó a una temperatura de 80° C, por un tiempo de 24 horas.

Cumplido el tiempo se volvió a pesar las raíces secas, anotando los datos para su posterior tabulación. Realizada esta labor, se aplicó una regla de tres para la obtención de la humedad.

VIII. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los resultados estadísticos obtenidos de la presente investigación, determinan el comportamiento morfológico del cultivo de café durante la etapa de vivero, al tamaño de bolsa.

Los datos inicialmente son analizados a fin de establecer su normalidad y por ende justificar la utilización del diseño experimental propuesto. En este sentido se aprecia que los datos obtenidos del trabajo de campo (tabla 1), son normales. El análisis se efectuó a partir de todos los tratamientos y con diferentes variables.

Es oportuno indicar que se utilizó para la tabulación de los datos, el office Excel y para la aplicación del diseño experimental y las correlaciones de Pearson el software estadístico Infostat.

Tabla 1. Análisis de normalidad.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Asimetría	Kurtosis
T 18,5x12	Largo hojas	10	14,1	0,74	13,5	15,5	0,87	-0,84
T 18,5x12	Ancho hojas	10	6,12	0,38	5,5	6,5	-0,8	-0,79
T 18,5x12	Largo raíz	10	14,4	0,97	13	15	-1,04	-1,24
T 20x16	Largo hojas	10	12,4	1,33	11	14,5	0,62	-0,99
T 20x16	Ancho hojas	10	5,73	0,55	5,2	6,5	0,47	-1,59
T 20x16	Largo raíz	10	15,45	2,61	13	19	0,65	-1,42
T 23x10 (tg)	Largo hojas	10	13,2	1,25	11,5	15	0,01	-1
T 23x10 (tg)	Ancho hojas	10	5,87	0,41	5,2	6,2	-1	-0,97
T 23x10 (tg)	Largo raíz	10	11,9	2,81	7	15	-1,08	-0,33
T 23x10 (tg)	N de Hojas	10	14,4	0,7	14	16	1,66	0,61
T 26,5x20	Largo hojas	10	16,25	1,59	13	17	-1,8	0,35
T 26,5x20	Ancho hojas	10	8	0,98	6,2	9	-1,51	0,01
T 26,5x20	Largo raíz	10	12,8	1,36	11	15	0,53	-0,54

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

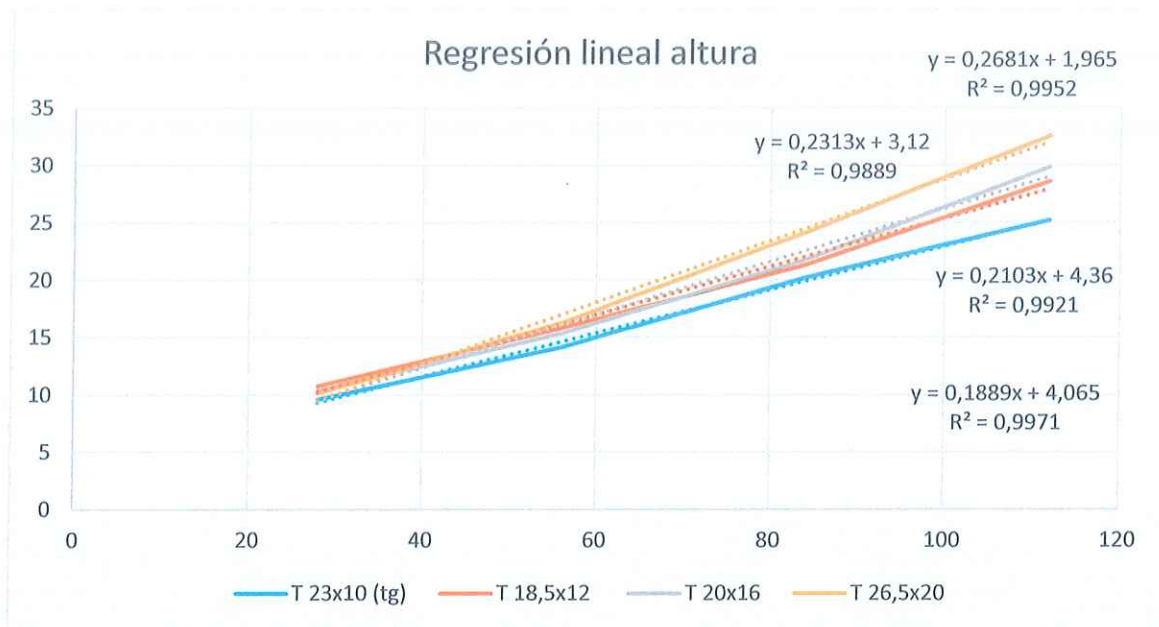
Resultados Objetivo 1. - Identificar las características morfológicas del café en etapa de vivero, con respecto a la interacción fertilizante tamaño de bolsa.

Las características morfológicas se expresaron en función al análisis de las siguientes variables: Altura de planta, Diámetro de tallo, Numero de hojas, Diámetro de hojas, Largo de hojas.

Variable altura de planta. – El análisis de la variable altura, implicó un estudio de medidas repetidas en un tiempo de 4 meses, ante lo cual se toma la decisión de efectuar

un análisis de regresión lineal, para en lo posterior efectuar el ANOVA, que, para este caso, se escogió el diseño completamente aleatorio.

Gráfico 1. Regresión lineal altura



Como se parecía en el gráfico, todos los tratamientos presentan un comportamiento similar en el tiempo, sin embargo, el tratamiento T 26,5 x 20, expresa diferencias, mismas que se determinan en el ANOVA, que se plantea en la tabla 2.

Para esta representación gráfica del análisis de regresión en los 4 meses, se tomaron las medias generales, sin embargo, para el estudio de varianza se consideraron los datos mensuales, trabajándose para tal efecto con el valor de “y”; de tal manera que las diferencias expresadas demuestran el comportamiento en el tiempo de la variable altura.

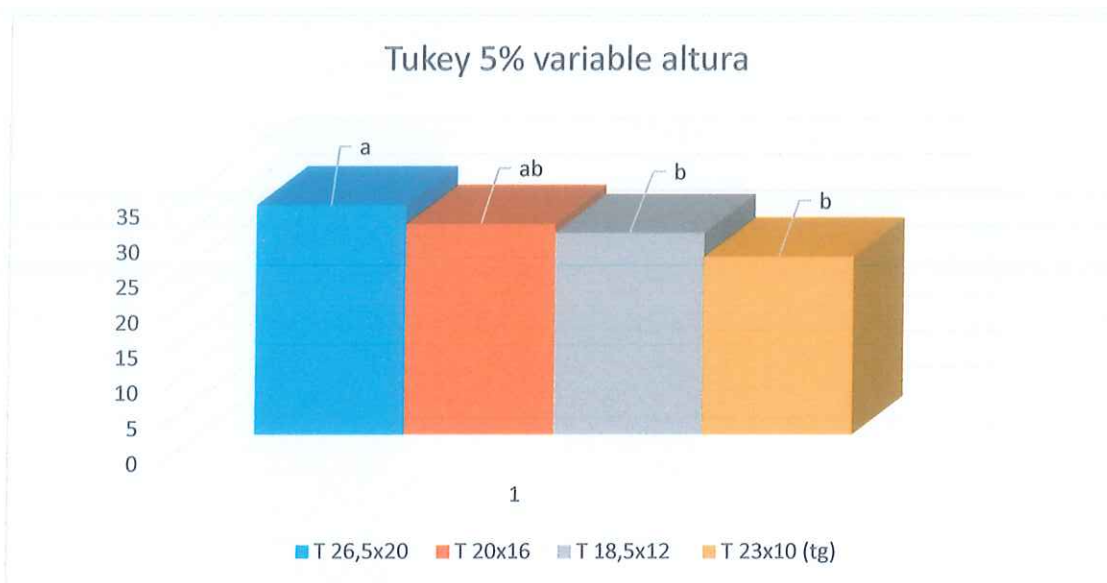
Tabla 2 ANOVA altura de planta

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	3	29,58	9,86	5,07	0,0063
Error	28	54,46	1,94		
Total	31	84,04			

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

Se evidencia diferencias estadísticas entre tratamientos $p < 0,05$, estableciendo diferencias altamente significativas, aceptando la H_i con el 99% de confianza. Estas diferencias se definen mediante la prueba de tukey al 5 %, determinándose como mejor tratamiento el T 26,5 x 20, tal como se apreció en la regresión lineal.

Gráfico 2. Tukey al 5 % variable altura



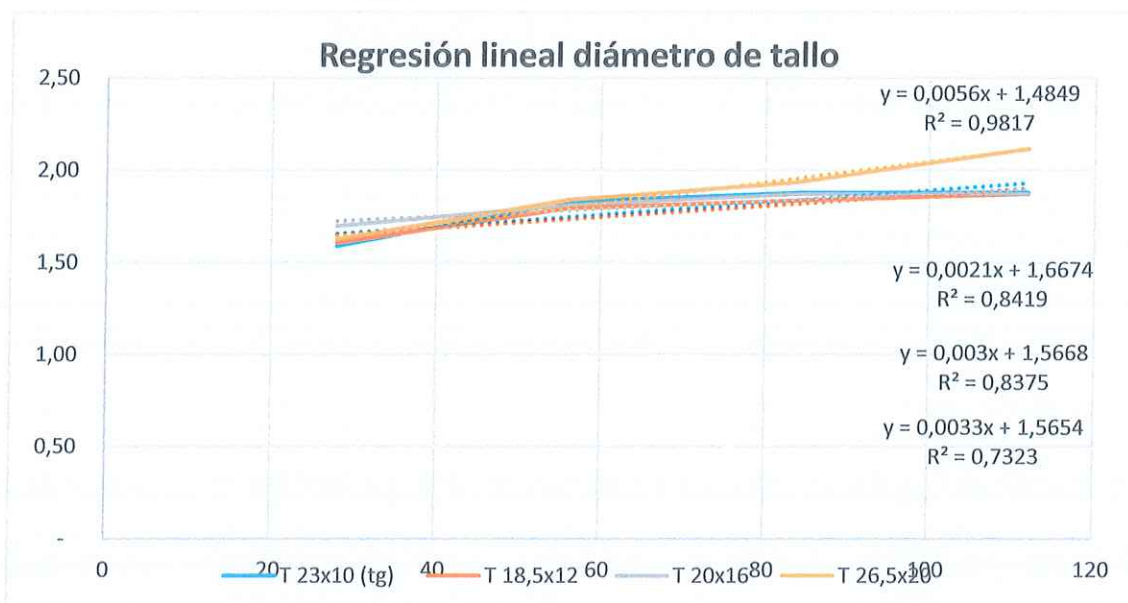
Variable diámetro de planta. – los resultados obtenidos con respecto al diámetro de tallo, determinan diferencia estadística entre tratamientos, $p < 0,05$, tal como se observa en la Tabla 3, aceptando la H_0 , con el 99% de confianza.

Tabla 3. ANOVA variable diámetro de tallo

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	3	0,08	0,03	6,45	0,0019
Error	28	0,12	4,30E-03		
Total	31	0,21			

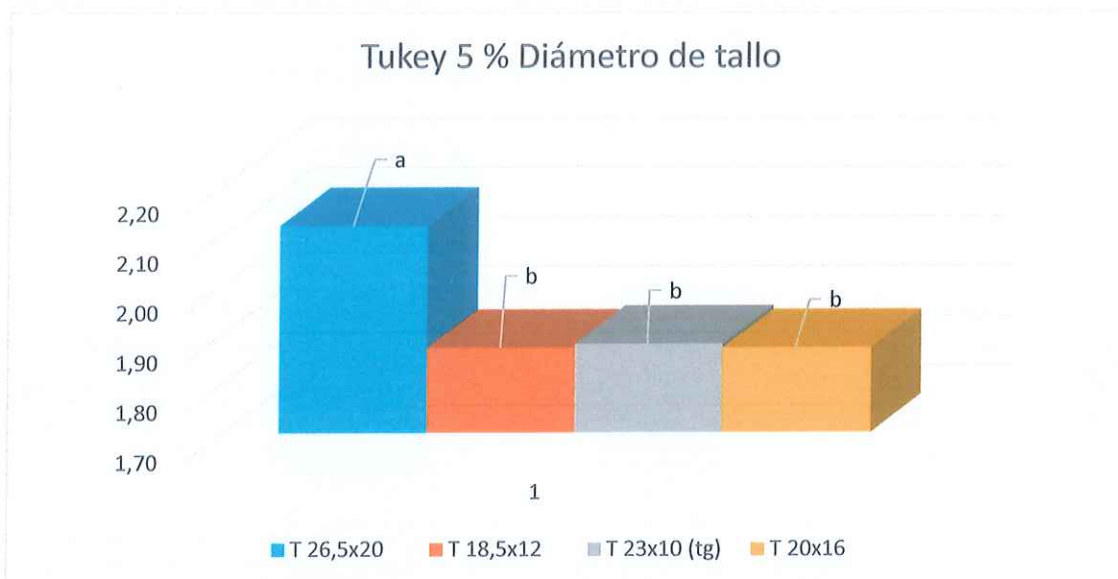
Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

Gráfico 3. Regresión lineal diámetro de tallo



Al igual que la variable altura de planta, también se tomaron datos en el tiempo, durante cuatro meses, lo me motivo la aplicación de regresión lineal (Gráfico 3), para esto se trabajó con las medias mensuales, posteriormente y toda vez que se observa diferencia, se precedió con la aplicación del ANOVA, donde se ratifica la diferencia estadística, situación que dio lugar a la aplicación de la prueba de significación de Tukey 0,05 como se observa en el gráfico 4.

Gráfico 4. Prueba de Tukey al 5 % variable diámetro de tallo.



Como se observa en el gráfico, el tratamiento T 26,5x20, el que mejor comportamiento morfológico tiene a nivel de diámetro de tallo, lo que indica que, a mayor tamaño de bolsa, mejor es la respuesta de la planta, además justifica el empleo de agricultura ecológica.

Variable número de hojas por planta. – Esta variable se analizó al final del ensayo, se pudo observar durante la práctica que no era pertinente un análisis en el tiempo. La aplicación del ANOVA determinó diferencias altamente significativas $p < 0,01$, aceptando la hipótesis de investigación.

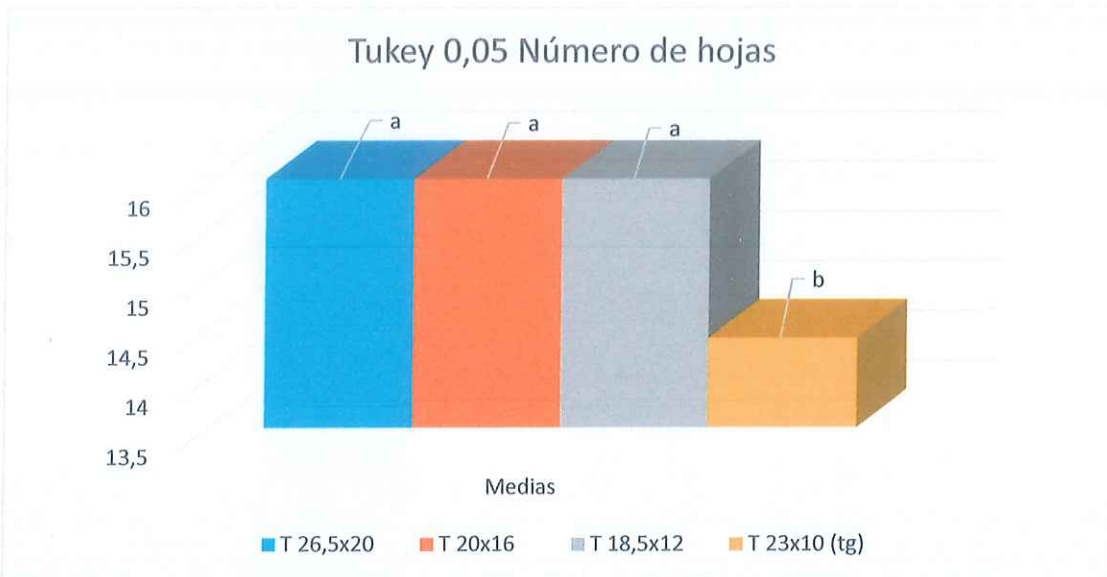
Tabla 4 ANOVA de variable número de hojas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	3	19,2	6,4	52,36	<0,0001
Error	36	4,4	0,12		
Total	39	23,6			

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

El resultado obtenido del ANOVA, motivo la aplicación de la prueba de significación de Tukey al 5 %, determinando que los tratamientos a los que se les aplicó micorriza, dieron una mejor respuesta que el testigo.

Gráfico 5. Tukey al 5 % variable número de hojas.



Variable largo de hojas. – Al igual que la variable anterior, se tomaron los datos al final del ensayo, el análisis del ANOVA determinó diferencias altamente significativas $p < 0.01$ (tabla 5), por lo que se acepta la H_1 con el 99 % de confianza, los tratamientos son diferentes entre sí.

Tabla 5. ANOVA Largo de hojas

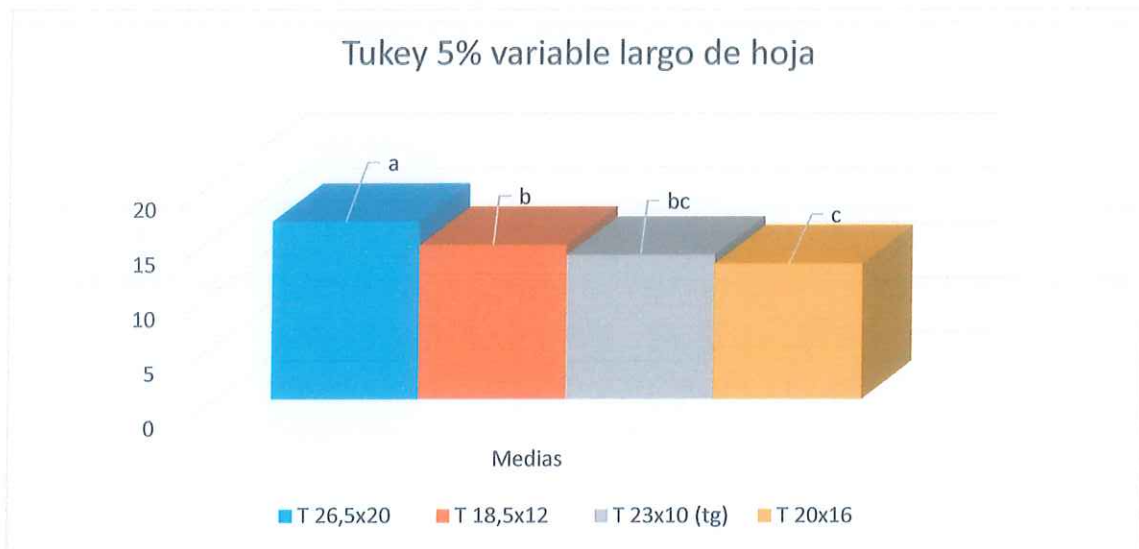
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	3	82,72	27,57	17,26	<0,0001
Error	36	57,53	1,6		
Total	39	140,24			

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

La diferencia estadística dio lugar a la aplicación de la prueba de significación de Tukey al 5 % (Gráfico 6), el resultado de la prueba establece que el tratamiento T 26,5 x 20, es el que mejor respuesta morfológica tiene frente al estudio realizado.

Los tratamientos que siguen en su orden son: T 18,5 x 12, Testigo, T 20 x 16, esto nos lleva a deducir que tamaño de bolsa es importante, así como el uso de micorriza para la producción de plantas de café en vivero.

Gráfico 6. Tukey al 5 % variable, largo de hoja.



Variable ancho de hoja. – Los datos se tomaron al final del ensayo, realizada la aplicación del ANOVA, se determina alta significación $p < 0,01$ (Tabla 6), estableciendo diferencias entre tratamientos, y por tanto descartando la H_0 .

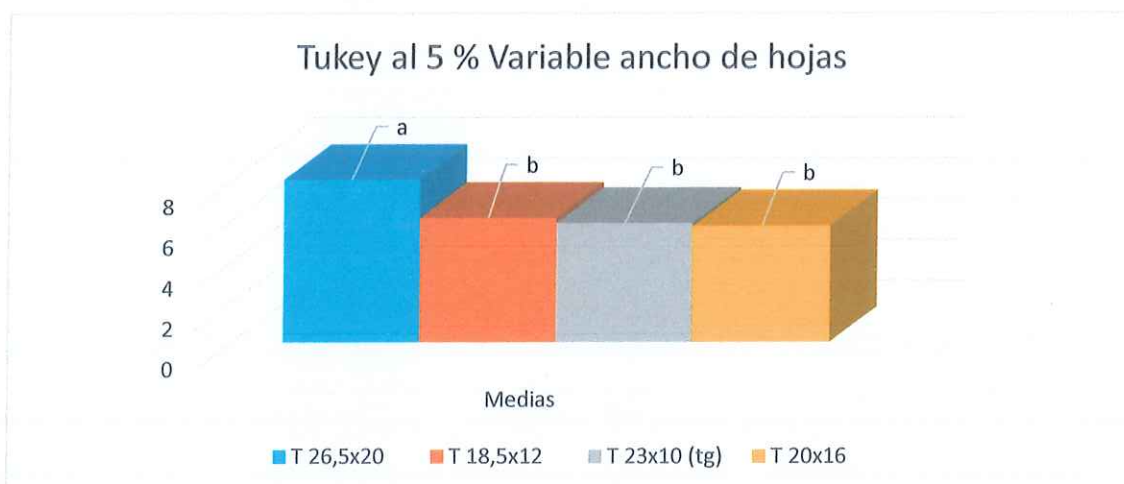
Tabla 6. ANOVA variable ancho de hoja

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	3	33,65	11,22	28,52	<0,0001
Error	36	14,16	0,39		
Total	39	47,8			

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

La aplicación de la prueba de significación de Tukey al 5 %, determina que el mejor tratamiento es el T 26,5 x 20.

Gráfico 7. Tukey 5 %, Variable ancho de hojas.



Resultados generales del comportamiento morfológico del café sarchimor 42 60, a los 4 meses de manejo en vivero.

A continuación, se presentan los análisis de varianza, realizados con los datos tomados al final del proceso investigativo.

Tabla 7.- Comportamiento morfológico de tratamientos

Tratamiento	Altura	Diámetro tallo	Número de hojas	Largo de hojas	Diámetro de hojas
T 26,5x20	32, 5 ^{a*}	2, 12 ^a	16 ^a	16, 25 ^a	8 ^a
T 20x16	29,8 ^{ab}	1,88 ^b	16 ^a	14,1 ^b	6,12 ^b
T 18,5x12	28,55 ^b	1,87 ^b	16 ^a	13,2 ^b	5,87 ^b
T 23x10 (tg)	25,2 ^c	1,87 ^b	14,4 ^b	13,2 ^c	5,73 ^b

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

*Resultado de la prueba de significancia de Tukey al 5%.

Se plantean estos resultados, que ratifican el comportamiento morfológico de las plantas de café sarchimor 42 60 a los distintos tratamientos, debido a que definen la importancia que tiene el tamaño de fundas en la conducta agronómica de las plantas, de igual manera y aunque amerite realizar nuevos experimentos, se aprecia que el manejo ecológico empleando micorrizas al momento del trasplante del semillero a las fundas influye en el desarrollo del café, por lo que estas serían importantes durante el manejo del cultivo.

Gráfico 8. Diámetro de tallo

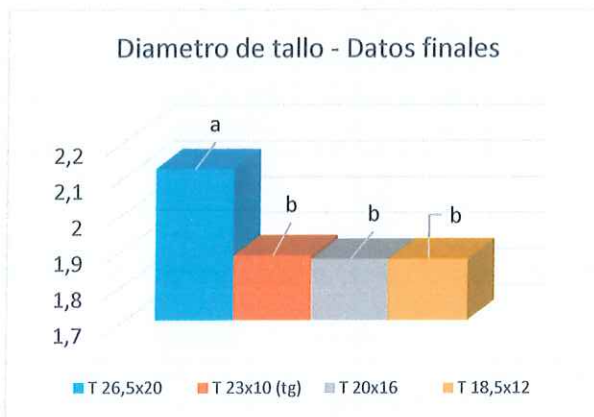
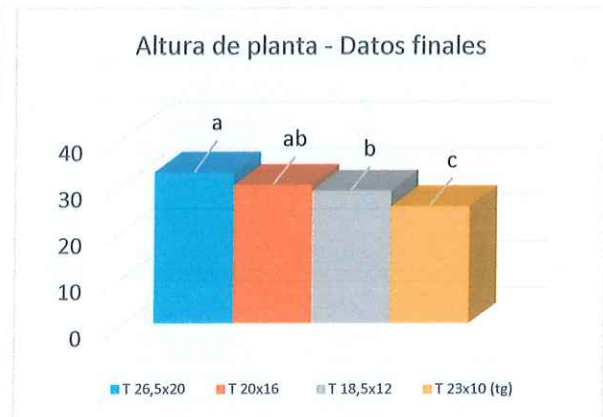


Gráfico 9. Altura de planta



Resultados Objetivo 2. - Evaluar el comportamiento radicular de las plantas de café en etapa de vivero, en función a los diferentes tamaños de bolsas.

El ensayo plateó las variables: Longitud de raíz, Diámetro de raíz, Peso húmedo de raíz, Peso seco de raíz, como alternativas de medición, que permitan inferir sobre el comportamiento morfológico de la raíz de los diferentes tratamientos, sobre la variable independiente.

Variable, Longitud de raíz. – Una vez que se culminó con el ensayo, se sacaron de las bolsas las plantas para realizar las medidas respectivas, en este sentido se tomó datos de cada tratamiento.

En lo que respecta al largo de la raíz, estas presentaron variabilidad entre tratamiento $p < 0,01$, en el ANOVA, por lo que se acepta la H_1 , con el 99 % de confianza (tabla 8), lo que dio lugar a la aplicación de una prueba de significación.

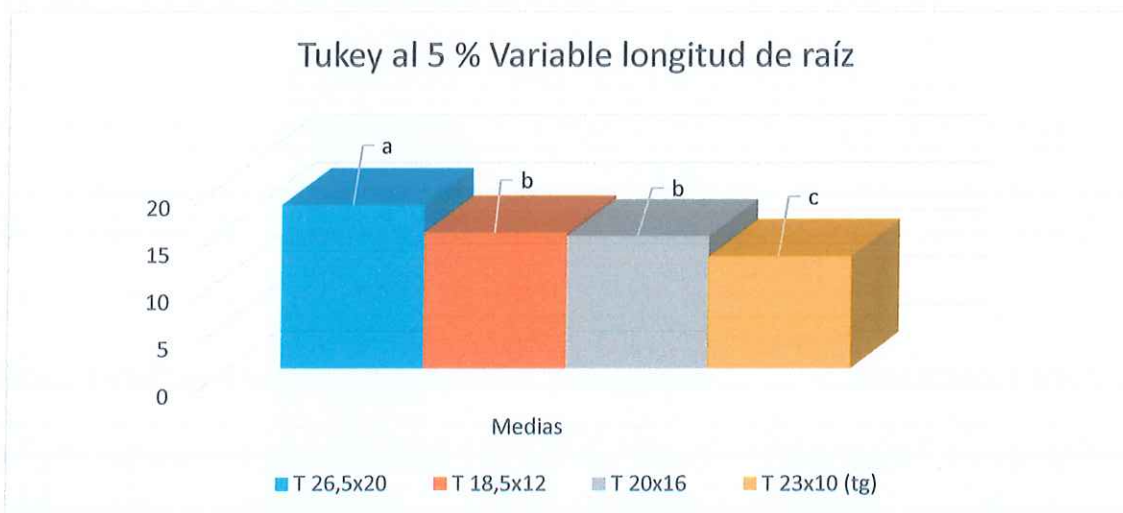
Tabla 8. ANOVA variable tamaño de raíz.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	3	150,73	50,24	17,14	<0,0001
Error	36	105,55	2,93		
Total	39	256,28			

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

La prueba de significación de tukey al 5 %, determina un mejor comportamiento en el tratamiento T 26,5 x 20, seguido del tratamiento T 18,5 x 12, y el tratamiento T 20 x 16, quedando al final el tratamiento testigo. Estos resultados indican que el tamaño de bolsa si incide en el lago de la raíz, así como también incide la aplicación de micorriza.

Gráfico 10. Tukey 5 %, variable longitud de raíz.



Variable diámetro de raíz. – En lo que respecta al diámetro de la raíz, estas presentaron variabilidad entre tratamiento $p < 0,01$, en el ANOVA, por lo que se acepta la HI, con el 99 % de confianza (tabla 9), lo que dio lugar a la aplicación de la prueba de significación de tukey.

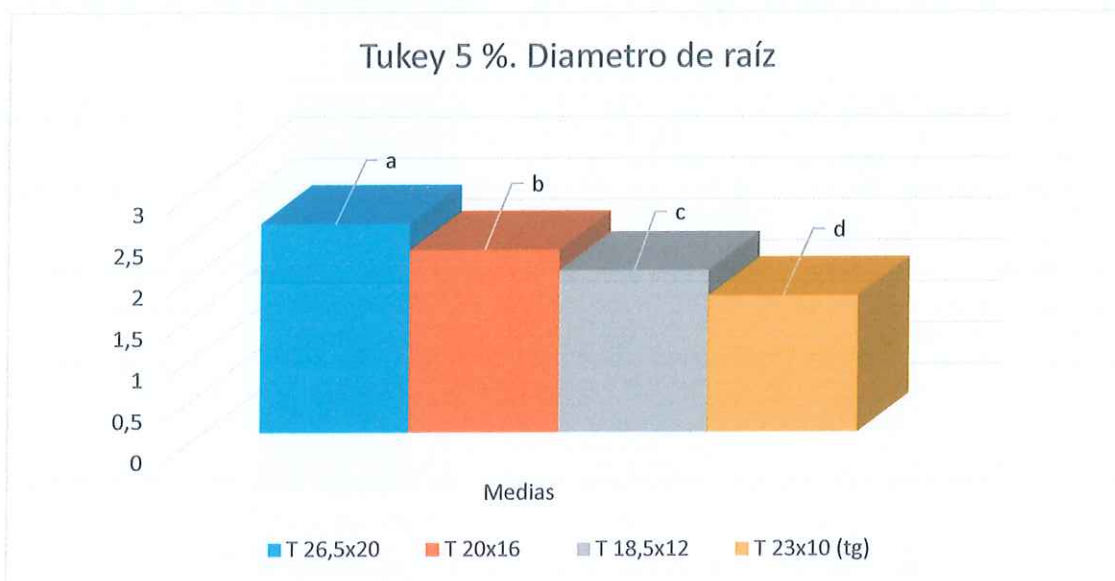
Tabla 9. ANOVA Diámetro de raíz

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	4,18	3	1,39	35,89	<0,0001
Error	1,4	36	0,04		
Total	5,58	39			

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

La prueba de significación de tukey al 5 %, determina un mejor comportamiento en el tratamiento T 26,5 x 20, seguido del tratamiento T 20 x 16, y el tratamiento T 18,5 x 12, quedando al final el tratamiento testigo. Estos resultados indican que el tamaño de bolsa si incide en el diámetro de la raíz, así como también incide la aplicación de micorriza.

Gráfico 11. Tukey 5 % Diámetro de raíz



Variable peso húmedo de raíz. – Los datos analizados mediante la aplicación del ANOVA, determinaron diferencias estadísticas entre tratamientos, $p\text{-valor} < 0,01$ (Tabla 10), aceptando la de investigación con el 99% de confianza, infiriendo que al menos dos tratamientos guardan diferencias estadísticas, situación que motivo la aplicación de la prueba de significación de Tukey al 5%.

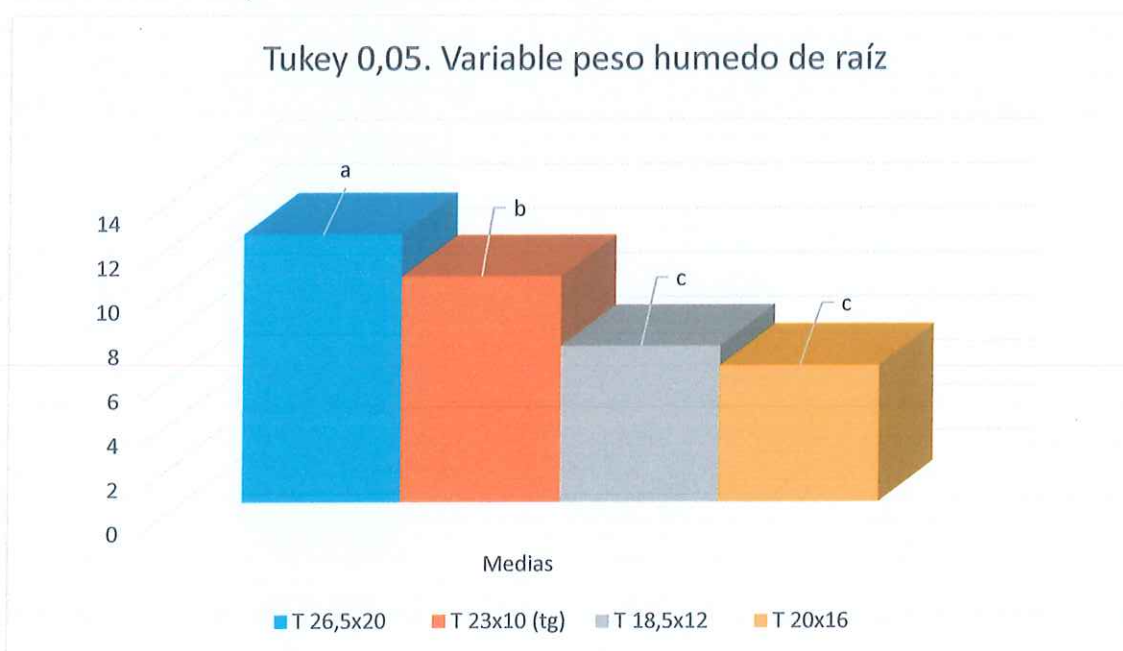
Tabla 10. ANOVA peso húmedo de raíz

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	3	228,22	76,07	35,12	<0,0001
Error	36	77,98	2,17		
Total	39	306,2			

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

La prueba de Tukey al 5 %, establece que el tratamiento T 26,5x20, es diferente estadísticamente al resto de tratamientos, expresando mayor peso de raíz húmeda, lo que guardaría sentido, en el hecho de ser de mayor tamaño y diámetro que el resto de tratamientos, lo que sostiene la hipótesis que a mayor diámetro y fondo de bolsa existe una mejor respuesta morfológica de la raíz.

Gráfico 12. Tukey 5 % Peso húmedo de raíz



Variable peso seco de raíz. – Los resultados del análisis de varianza, ratificaron lo efectuado con el peso húmedo de la raíz, expresando diferencias estadísticas entre tratamientos p-valor, menor a 0,01 (Tabla 11), lo que motiva la aplicación de la prueba de significación de Tukey a fin de establecer el tratamiento de mejor comportamiento morfológico.

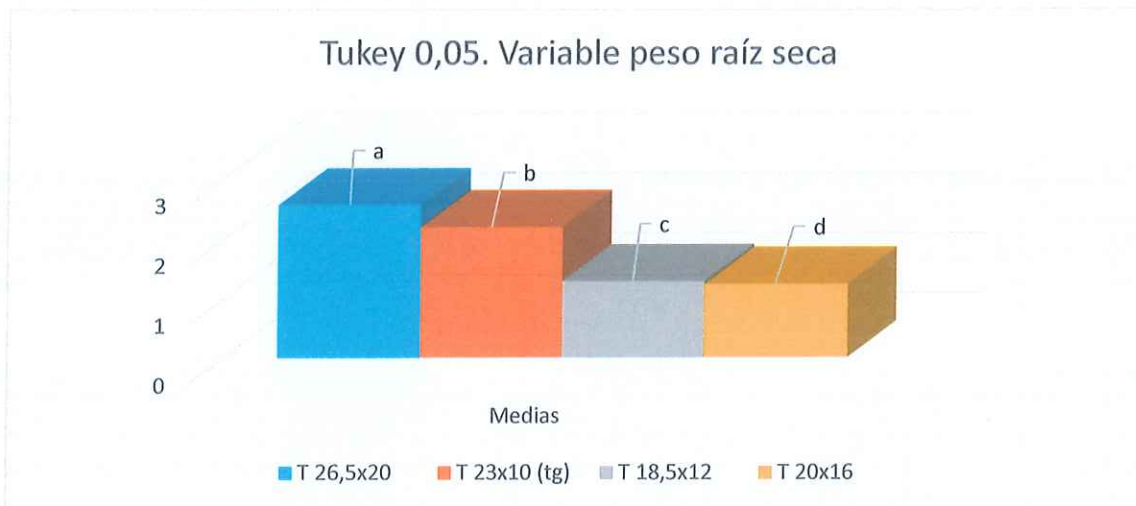
Tabla 11. ANOVA peso seco de raíz

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	3	13,05	4,35	35,14	<0,0001
Error	36	4,46	0,12		
Total	39	17,51			

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

La prueba de Tukey al 5 %, determina estadísticamente que el tratamiento T 26x20, presenta una respuesta más alta con relación al peso, ratificando lo propio con el peso húmedo de la raíz.

Gráfico 13. Tukey 5 % Peso seco de raíz



Correlación de Pearson entre variables. – La correlación es en esencia una medida normalizada de asociación o covariación lineal entre dos variables cuantitativas continuas. Esta medida o índice de correlación r puede variar entre -1 y +1, ambos extremos indicando correlaciones perfectas, negativas y positivas respectivamente. Un valor de $r=0$ indica que no existe relación lineal entre las dos variables. Una correlación positiva indica que ambas variables varían en el mismo sentido. Una correlación negativa significa que ambas variables varían en sentidos opuestos. (Vinuesa, 2016)

La tabla 12 establecen las correlaciones entre variables, tanto positivas como negativas, destacando las correlaciones negativas entre peso de raíz seco y húmedo, con diámetro de tallo y la correlación positiva entre las variables, largo de raíz con ancho de hojas y largo de hoja, y en este mismo sentido el diámetro de raíz con respecto al número de hojas y al largo de raíz

Lo expuesto en las tablas de correlación ratifican la respuesta morfológica del cultivo de café arábigo, sarchimor 42 60, en etapa de vivero, con relación al tamaño de bolsa, haciéndose en determinada medida eco de lo expuesto en el análisis de varianza, donde se establece que, a mayor tamaño de bolsa, mejor es la respuesta morfológica del cultivo.

Tabla 12. Correlación de Pearson

Variables	Largo hojas	Ancho hojas	Longitud Raíz	N de Hojas	Diámetro Raíz	Peso raíz húmedo	Peso raíz seco	Humedad	Altura	Diámetro de tallo
Largo hojas	1									
Ancho hojas	0,92	1								
Longitud Raíz	0,42	0,57	1							
N de Hojas	0,29	0,3	0,43	1						
Diámetro Raíz	0,24	0,38	0,7	0,56	1					
Peso raíz húmedo	0,43	0,5	0,33	-0,26	0,23	1				
Peso raíz seco	0,4	0,48	0,27	-0,31	0,19	0,98	1			
Humedad	-0,07	-0,15	0,08	0,37	0,02	-0,47	-0,62	1		
Altura	-0,3	-0,4	-0,32	-0,19	-0,35	-0,24	-0,26	0,19	1	
Diámetro de tallo	-0,54	-0,54	-0,3	-0,22	-0,41	-0,54	-0,51	0,12	0,2	1

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

En la tabla 13, se puede apreciar el análisis de correlación de Pearson a partir del p-valor, indicador que ratifica los espacios de correlación entre variables. Aunque se aprecia determinadas correlaciones positivas como: Largo de hojas con las variables peso seco y húmedo de raíz, así como con el largo de la raíz.

De igual manera ratifica la alta significación entre las variables: Ancho de hojas y las variables largo de raíz, diámetro de raíz, con el peso seco y húmedo de raíz, así como con el diámetro de tallo (Este último presenta correlación negativa).

El largo de raíz se encuentra relacionada con las variables: número de hojas, diámetro raíz, peso de raíz húmedo y negativamente con altura de planta.

En lo que respecta al diámetro de raíz se aprecia correlación negativa con las variables diámetro de tallo y altura de planta.

En lo referente al peso de las raíces en estado húmedo, se aprecia relación solo con peso seco y humedad (Negativa). Y las variables peso seco, con humedad y diámetro de tallo, estos últimos de manera negativa.

Tabla 13. Correlación de Pearson con p-valor.

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Largo hojas	Ancho hojas	40	0,92	<0,0001
Largo hojas	Longitud Raíz	40	0,42	0,0073
Largo hojas	N de Hojas	40	0,29	0,0675
Largo hojas	Diámetro Raíz	40	0,24	0,1402
Largo hojas	Peso raíz húmedo	40	0,43	0,0054
Largo hojas	Peso raíz seco	40	0,4	0,0099
Largo hojas	Humedad	40	-0,07	0,6499
Largo hojas	Altura	40	-0,3	0,0644
Largo hojas	Diámetro de tallo	40	-0,54	0,0003
Ancho hojas	Longitud Raíz	40	0,57	0,0001
Ancho hojas	N de Hojas	40	0,3	0,0599
Ancho hojas	Diámetro Raíz	40	0,38	0,0148
Ancho hojas	Peso raíz húmedo	40	0,5	0,001
Ancho hojas	Peso raíz seco	40	0,48	0,0019
Ancho hojas	Humedad	40	-0,15	0,3541
Ancho hojas	Altura	40	-0,4	0,0096
Ancho hojas	Diámetro de tallo	40	-0,54	0,0003
Longitud Raíz	N de Hojas	40	0,43	0,0051
Longitud Raíz	Diámetro Raíz	40	0,7	<0,0001
Longitud Raíz	Peso raíz húmedo	40	0,33	0,0348
Longitud Raíz	Peso raíz seco	40	0,27	0,0888
Longitud Raíz	Humedad	40	0,08	0,6398
Longitud Raíz	Altura	40	-0,32	0,0436
Longitud Raíz	Diámetro de tallo	40	-0,3	0,0576
N de Hojas	Diámetro Raíz	40	0,56	0,0002
N de Hojas	Peso raíz húmedo	40	-0,26	0,0987
N de Hojas	Peso raíz seco	40	-0,31	0,0536
N de Hojas	Humedad	40	0,37	0,0197
N de Hojas	Altura	40	-0,19	0,2372
N de Hojas	Diámetro de tallo	40	-0,22	0,1669
Diámetro Raíz	Peso raíz húmedo	40	0,23	0,1456
Diámetro Raíz	Peso raíz seco	40	0,19	0,2281
Diámetro Raíz	Humedad	40	0,02	0,8893
Diámetro Raíz	Altura	40	-0,35	0,0271
Diámetro Raíz	Diámetro de tallo	40	-0,41	0,0092
Peso raíz húmedo	Peso raíz seco	40	0,98	<0,0001
Peso raíz húmedo	Humedad	40	-0,47	0,0023
Peso raíz húmedo	Altura	40	-0,24	0,1316
Peso raíz húmedo	Diámetro de tallo	40	-0,54	0,0003
Peso raíz seco	Humedad	40	-0,62	<0,0001
Peso raíz seco	Altura	40	-0,26	0,1041
Peso raíz seco	Diámetro de tallo	40	-0,51	0,0008
Humedad	Altura	40	0,19	0,2341
Humedad	Diámetro de tallo	40	0,12	0,4498
Altura	Diámetro de tallo	40	0,2	0,2248

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

Resultado objetivo 3.- Realizar un costo de producción de cada uno de los tratamientos realizados.

Se efectuó un análisis de costos unitarios (tabla 14), en el que se determina que el costo de producción de cada planta varía según los tratamientos, siendo el de mayor costo el tratamiento 26,5 x 20 cm, con un valor de 1,12 dólares/planta y el más económico el tratamiento testigo cuya bolsa es de 23x10 cm.

Es oportuno señalar que el costo unitario resulta más alto que en cualquier vivero comercial, debido a que se produjo un número pequeño de plantas, sin embargo, el análisis es oportuno porque establece una mayor inversión a mayor tamaño de funda, y para determinar si vale la pena correr el riesgo, es oportuno realizar investigaciones complementarias, donde se pueda evidenciar diferencias a nivel productivo.

Tabla 14. Costo de producción unitario

PRODUCTOS E INSUMOS UTILIZADOS EN VIVERO	Testigo 23x10cm	Tratamiento 18,5x12cm	Tratamiento 20x16cm	Tratamiento 26,5 x 20cm
Fundas de polietileno (100 fundas)	3,5	3,3	3,6	4,2
Talón Fungicida (500 g)	1	1	1	1
Abono foliar	0	1,5	1,5	15
Micorriza	1	1	1	1
Sustrato	4	3,5	4	4,5
Semilla	2	2	2	2
Manejo (Mano de obra)	10	10	10	10
TOTAL	21,5	22,3	23,1	24,2
Número de plantas por tratamiento	20	20	20	20
Costo x planta	1,075	1,115	1,155	1,21

Elaborado por: Leandro López, estudiante investigador.

IX. DISCUSIÓN

Los resultados morfoestructurales a nivel de altura, diámetro de tallo, número de hojas, diámetro y largo de hojas, expresan diferencias entre tratamientos, determinando que el tratamiento cuyo tamaño de bolsa es de 26,5 x 20, es el que presenta los mejores resultados, determinando que el tamaño de bolsa incide en este comportamiento, situación que es validada por Arizaleta y Pire (2008), quien encuentran diferencias entre tratamientos, probando diferentes tamaños de fundas, aunque en su caso el mayor tamaño y con mejores resultados fue el tamaño de bolsa 18 x 23.

El crecimiento de la raíz fue diferente estadísticamente entre tratamientos, observándose mejor respuesta a nivel de todas las variables medidas, largo y diámetro de raíz y peso seco y húmedo. Aspectos corroborados por Alejo y Reyes (2014), quien cita que a mayor tamaño del recipiente mejor será la calidad de la plántula, ya que existe mayor disponibilidad de nutrientes disponible para la plántula y además se puede mantener mayor tiempo en la fase de vivero.

En esta investigación el recipiente es de 12.5 x 20cm, desconociendo la recomendación de 7x8 pulgadas dada por Duicela *et al*, (2004), quien indica que estas bolsas de mayor tamaño pueden ser usadas para la multiplicación de plantitas de café en el vivero, aunque mencionó que siempre es oportuna la disponibilidad la tierra, y la mano de obra y el tiempo que se planea mantener las plantas en el vivero, lo cual es de tomar en cuenta y para eso habría que profundizar en costos de producción, la funda con mejores resultados fue de 10 x 8 pulgadas, coincidiendo en el sentido que el tamaño de funda es realmente importante.

Además, es oportuno indicar que el promedio alcanzado de longitud de raíz fue de 17,5 cm, en cuatro meses, frente a 19,93 cm en seis meses, del estudio realizado por Alejo y Reyes, lo que podría indicar que la profundidad de la funda debe superar los 20 cm, para evitar que este se vea afectada en su desarrollo, en este sentido Gaitán *et al*, (2011) recomienda, que si se planea mantener el almácigo por un período de hasta 6 meses, es necesario utilizar una bolsa de mayor capacidad, 2,0 kg aproximadamente, evitando limitar el crecimiento de la raíz por el tamaño de la bolsa, citando que una raíz en L es defectuosa y provocaría efectos negativos en el anclaje de plantas adultas, propiciando inadecuada absorción de nutrientes.

Es necesario perfeccionar los procesos de selección y manejo de plantas de café, para su adecuado desarrollo en sus etapas de a climatización (en vivero), debido a que a nivel de campo se ha observado mortalidad que se presume está asociada a problemas del sistema radical. (Echeverría *et al*, 2014)

El estudio determinó correlaciones positivas entre variables, destacando las correlaciones negativas entre peso de raíz seco y húmedo, con diámetro de tallo y la correlación positiva entre las variables, largo de raíz con ancho de hojas y largo de hoja, y en este mismo sentido el diámetro de raíz con número de hojas y al largo de raíz, ratificando la respuesta morfológica del cultivo de café arábigo, sarchimor 42 60, en etapa de vivero, con relación al tamaño de bolsa. Arizaleta y Pire (2008), indica que la longitud y biomasa de la raíz contribuyeron al crecimiento de la parte aérea de la planta y en sus índices morfológicos. Indica además que la influencia de la longitud y biomasa de la raíz se atribuye a la capacidad que le confiere a la planta para absorber agua y minerales, concluyendo que existe relación entre la longitud de la raíz en los tres tamaños de bolsa, coincidiendo con los resultados alcanzados en la presente investigación.

X. CONCLUSIONES

La investigación determinó que el tamaño de bolsa, inciden en las características morfológicas el café sarchimor 42 60 en etapa de vivero, de tal manera que se establece que entre más grande es la bolsa, mejor es la respuesta de la planta en sus actitudes agronómicas, tales como altura, diámetro de tallo, número de hojas, diámetro y largo de hojas. Estableciéndose por otro lado que la fertilización es pertinente y en función al requerimiento de la planta.

En lo concerniente al estudio sobre el efecto de los diferentes tamaños de bolsas frente al comportamiento radicular de las plantas de café sarchimor 42 60 en etapa de vivero, se determinó, que, sí incide el tamaño de la bolsa, definiendo como mejor tratamiento al T 26,5 x 20 cm, frente al resto de tratamientos de menor medida, se ratificó en todo caso que es oportuno el uso de fundas de este tamaño. Las variables medidas fueron: Longitud de raíz, diámetro de raíz, peso húmedo, peso seco y humedad. Se observó a mayor tamaño de funda, mayor es el volumen de la raíz, deduciendo una mejor adsorción de nutrientes, mismo que se evidencia en el desarrollo radicular de la planta.

En análisis de costos determina mayor costo de producción por planta, a mayor tamaño de bolsa, lo cual tiene sentido ante el hecho que esto implica más mano de obra por el llenado de fundas, así más cantidad de sustrato. El estudio no implica costo de venta, sin embargo, es evidente la diferencia entre plantas, observándose mayor tamaño en el tratamiento T 26,5 x 20 cm. Sin dudas investigaciones complementarias, podrían despejar dudas a nivel productivo, sin embargo determinadas experiencias, establecen mejores rendimientos.

XI. RECOMENDACIONES.

El proceso investigativo determinó que el tamaño de bolsa, inciden en las características morfológicas el café sarchimor 42 60 en etapa de vivero, en tal efecto se recomienda el uso de bolsas de tamaño 26,5x20 cm, y dar a conocer estos resultados a la comunidad universitaria, a fin que se pueda compartir estos conocimientos desde las diferentes instancias a los productores cafetaleros.

Una vez definida la incidencia del tamaño de las bolsas frente al comportamiento radicular de las plantas de café sarchimor 42 60 en etapa de vivero, se recomienda de igual manera incluir en los procesos de capacitación a los productores el uso de fundas de tamaño 26,5x20 cm. Se observó, que, a mayor tamaño de funda, mayor es el volumen de la raíz, y por tanto mejor el desarrollo morfológico de la planta.

Es importante acentuar que esto implica mayor gasto de material vegetal para el sustrato, así como de mano de obra, sin embargo, estos esfuerzos valdrán la pena, pues se dispondrá de plantas sanas, de calidad y con mayor énfasis productivo.

Bibliografía

- AAPROCNOP. (2017). Café ecuatoriano, aromatizando la economía mundial. Obtenido de: <https://latinoamerica.rikolto.org/es/project/cafe-ecuatoriano-aromatizando-la-economia-nacional>
- Aguilar Carlos, Alvarado Itzayara, Martínez Franklin, Galdámez José, Gutiérrez Antonio, Morales Juan. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. Revista Siembra 3 011–020 ISSN:1390-8928
- Alejo Palacios Antonio., Reyes Calva Luis. (2014). Evaluación de sustratos y tipos de recipiente en el crecimiento de plántulas de café arábigo, en condiciones de vivero. Universidad Nacional de Loja.
- Alulima Marco C. (2012). Alternativas agroecológicas para el manejo del café (*Coffea arabica*). Universidad de Cuenca. Facultad de ciencias Agropecuarias. Obtenido de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3251/1/TESIS.pdf>
- ANECAFE. (2014). Obtenido de <https://www.anecafe.org.ec/proyectos>
- Arcila Jaime. (2017). Crecimiento y desarrollo de la planta del café. Capítulo 2. Sistemas de producción de café en Colombia.
- Arizaleta Miguel., Pire Reinaldo. (2008). Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. versión On-line ISSN 2521-9766 versión impresa ISSN 1405-3195. Agrociencia vol.42 no.1 México.
- Brava Heredia. (2012). GUIA TECNICA PARA EL CULTIVO DE CAFE. COSTA RICA: ICAFE.
- Carvalho. (2011). Wikimedia Commons. Obtenido de <https://www.perfectdailygrind.com/2017/08/variedad-resistente-la-roya-obtuvo-905-puntos-en-taza-de-excelencia-nicaragua/>
- Cortés Víctor Ml. (2011) Agroecología del agroecosistema café (*coffea arabiga*) y su relación con la erodabilidad de laderas en el valle de Orosi, Cartago, Costa Rica. Anuario de Estudios Centroamericanos, Universidad de Costa Rica, 37: 271-305, ISSN: 0377-7316.

Delgado De La Roza; A. Martínez Fernández y Argamentaría Gutiérrez 2002.
Determinación De Materia Seca En Pastos y Forrajes a Partir De La Temperatura de Secado Para Análisis

Delgado Pablo; Larco Alberto; García Carlos; Alcívar Rubén; Chilán William; Patiño Marcelo. (2002). CAFÉ EN ECUADOR: Manejo de la Broca del Fruto (Hypothenemus hampei Ferrari) Informe de Terminación de Proyecto Manejo Integrado de la Broca del Café.

Duicela, L., Corral, R., Amores, F., Guerrero, H., (2004). Crianza de plántulas del café. Quevedo: INIAP. Boletín Divulgativo N° 317. Obtenido de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1549/1/Bolet%c3%adn%20divulgativo%20N%c2%ba%20317.PDF>

DUICELA, L. (2016). Investigación y desarrollo cafetalero en el Ecuador: Situación actual y perspectivas. Ecuador: Centro de Investigación de Ecuador (CIDE)

Echeverría Fabián., Barquero Miguel., Rodríguez David. (2014) Estudio del desarrollo radical en almácigo de híbridos F1 de CAF É obtenidos por cultivo de tejidos. Agronomía Costarricense 38(1): 67-74. ISSN:0377-9424.

El Productor. (2017). Rendimiento del café en el ecuador. Obtenido de: <https://elproductor.com/rendimiento-de-cafe-en-el-ecuador/>

Falcón, A. (2012). Quitomax. Mayabeque: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

FAO. (2017). Memorias de los Talleres de Agroecología y Roya del Café en Mesoamérica y República Dominicana. ISBN 978-92-5-309889-7

- Gaitán Álvaro; Villegas Clemencia; Rivillas Carlos; Hincapié Édgar; Arcila Jaime. (2011). ALMÁCIGOS DE CAFÉ: Calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. Avances técnicos CENICAFE.
- Gabriel J, Castro C, Valverde A, Indacochea B (2017) Diseños experimentales: Teoría y práctica. Universidad del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador. 101 p.
- Gortaire Roberto A. (2017). Agroecología en el Ecuador. Proceso histórico, logros, y desafíos Antropología Cuadernos de Investigación, núm. 17, julio-diciembre 2016, pp. 12-38
- INIAP. (2010). MANUAL DEL CULTIVO DEL CAFE. Quevedo: Ing. Ignacio Soto mayor Herrera.
- Irigoyen, I. N. 2000. Guía para la producción de viveros de café. Agenda Cafetalera. PROCAFE, Nueva San Salvador, El Salvador. 23 p.
- Jijón, P. (2018). El café en Manabí. REVISTA DE MANABI, 12-15.
- León, J. (2000). “Botánica de cultivos tropicales” 3ª. Ed. Rev. y AUM. –San José, Costa Rica: IICA, 2000, c 1968.
- López, L. (2017). CAFE CATUI. Obtenido de SABORES DEL CAFE : <https://www.saboresdelcafe.com/variedades-granos-cafe/cafe-arabica-coffee-arabica/cafe-catucai/>
- Martínez, A. (27 de Julio de 2005). Evaluación de diferentes sustratos, empleando la técnica de tubete para producir plántulas de café (Coffea arábica) var. Catuaí, en etapa de vivero, finca Monte María, San Juan Alotenango, Sacatepéquez. (Tesis) Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Monroig, M. (2016). MORFOLOGIA DEL CAFETO. Obtenido de http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1858/Morfologia_cafeto2.pdf.
- Montecé Cedeño Mayra. (2016). Evaluación de almácigo de café (Coffea) bajo diferentes sistemas de siembra y sustratos en la zona de Vinces. Universidad de Guayaquil.
- Pablo Delgado A, A. M. (2002). CAFÉ EN ECUADOR. ANECAFE.
- Patiño, M. (2002). CAFE EN ECUADOR. MANTA-ECUADOR: ANECAFE.

- Pincay, R. d. (2017). ESTABLECIMIENTO DE NUEVAS PLANTACIONES DE CAFE. JIPIJAPA-ECUADOR: INGENIERO EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS.
- Ponce Luciano, Orellana Kléber, Acuña Isidro, Alemán Juan, Fuentes Tomas. (2018). Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina. Versión On-line ISSN 2308-0132. vol.6 no.1.
- Restrepo José; Ángel Diego; Prager Martín. (2000). Agroecología Universidad Nacional de Colombia y Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (FIDAR) Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. ISBN 99934-8-002-9 AGROPEDIA. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-cafe/>
- Reyes Juan. (2015). Manual diseño y organización de viveros. Consejo Nacional de Competitividad. Obtenido de: <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-de-Dise%C3%B1o-y-Organizaci%C3%B3n-de-Viveros.pdf>
- Romero, A. J. (2000). Crecimiento de *Coffea arabica* variedad Caturra amarillo en almácigos con substratos orgánicos en Chanchamayo, selva central del Perú. Dpto. de Fitotecnia. Apto. 456. La Molina. Lima. Perú. Título abreviado: S.. Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*.: Agroforestería de las Américas 26, 37-39.
- Sotomayor, i. (2010). Manual del cultivo de café . Quevedo-Ecuador: INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.
- Siavosh Sadeghian; Raúl Zapata H. (2014). CRECIMIENTO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) DURANTE LA ETAPA DE ALMÁCIGO EN RESPUESTA A LA SALINIDAD GENERADA POR FERTILIZANTES. Revista de Ciencias Agrícolas Julio - Diciembre 2014, 31 (2) : 40 – 5
- Valencia Germán. (2019). FISILOGÍA, NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DEL CAFETO. International Plant Nutrition Institute. Obtenido de: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/0ae8c9d4887c66dd05257a6a00759a32/\\$FILE/Fisiologiacafeto.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/0ae8c9d4887c66dd05257a6a00759a32/$FILE/Fisiologiacafeto.pdf)

- Vinuesa Pablo. (2016). Tema 8 - Correlación: teoría y práctica. CCG-UNAM.
<http://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/>.
- <http://www.agrocalidad.gob.ec>, 2013. GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA CAFÉ. Resolución DAJ-20134CB-0201.028. Emitida el 27 de diciembre de 2013. INOCUIDAD DE ALIMENTOS
<http://www.grupo-selecta.com/notasdeaplicaciones/analisis-alimentarios-y-de-aguas-nutritional-and-water-analysis/determinacion-de-proteinas-por-el-metodo-de-kjeldahl-kjeldahl-method-for-protein-determination/> 21 de junio del 2011.
- <https://es.slideshare.net>. (2015). González Darío Comparación entre la bolsa y el "cono macetero" o "tubete" en la producción de plantas de café. Honduras. 30p. Obtenido de: https://es.slideshare.net/grevilavelar1/viveros-del-cafe-1?from_action=save
- <https://toolbox.coffeeandclimate.org/es/tools/use-of-mycorrhizae-in-seedlings-and-nursery/>. Uso de micorrizas en viveros.
- https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=250. Tipos de fertilizantes.
- <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-manabi/jipijapa-25410/>. Clima de Jipijapa.
- [https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Jipijapa_\(Ecuador\)#Ubicaci.C3.B3n](https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Jipijapa_(Ecuador)#Ubicaci.C3.B3n). Cantón Jipijapa – Ecuador.
- www.agronegocios.co. (2017). Los nutrientes que requiere el cultivo de café. Obtenido de: <https://www.agronegocios.co/aprenda/los-nutrientes-que-requiere-el-cultivo-de-cafe-2622652>
- www. personal.us.es. (2007). COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON. Obtenido de: <https://personal.us.es/vararey/adatos2/correlacion.pdf>

Anexos

Anexo 1. Cronograma

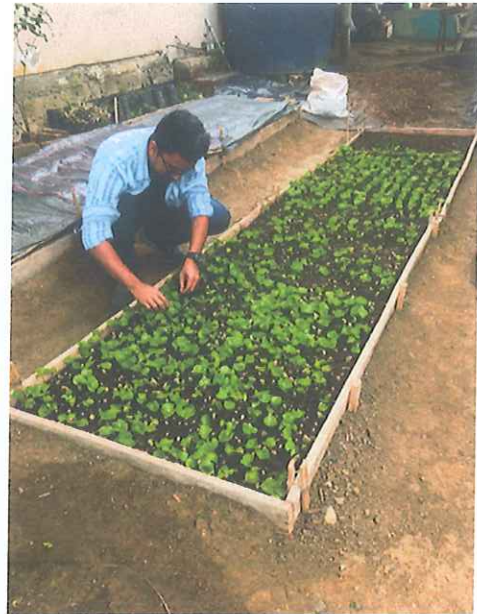
ACTIVIDAD	Año 2019 - 2020																			
	Nov				Dic				Enero				Feb				Marzo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Análisis y aprobación del tema		x	x																	
Elaboración de proyecto				x	x															
Presentación para pre defensa						x														
Pre defensa del trabajo de titulación							x													
Desarrollo del experimento en campo					x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x				
Toma de datos de campo						x	x	x	x	x	x	x								
Presentación de primer borrador al tutor																			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	50,00	50,00
Plántulas de café arábigo	unidad	200	0,50	100,00
Caña guadua	unidad	10	3,00	30,00
Bolsas plásticas negras	ciento	10	1,50	15,00
Humega	litro	0,5	15,00	7,50
Evergreen	litro	0,5	35,00	17,50
Ácidos húmicos	litro	0,5	12,00	6,00
Tierra negra	global	1	10,00	10,00
Arena de río	global	1	10,00	10,00
Humus	kg	20	2,00	40,00
Baldes	unidad	2	3,00	6,00
Regadera	unidad	1	20,00	20,00
Alambre	rollo	1	2,00	2,00
Clavos	libra	2	1,00	2,00
Hojas de cady	global	1	5,00	5,00
Mantenimiento del ensayo	jornal	6	15,00	90,00
Borrador de Trabajo de Titulación	unidad	1	15,00	15,00
Impresiones de trabajo para sustentación	hojas	400	0,03	12,00
CD con Trabajo de Titulación	unidad	4	1,50	6,00
Empaste de Trabajo de Titulación	unidad	2	15,00	30,00
TOTAL				474,00

3. Anexo Fotográfico

Manejo del semillero de café sarchimor 42 60



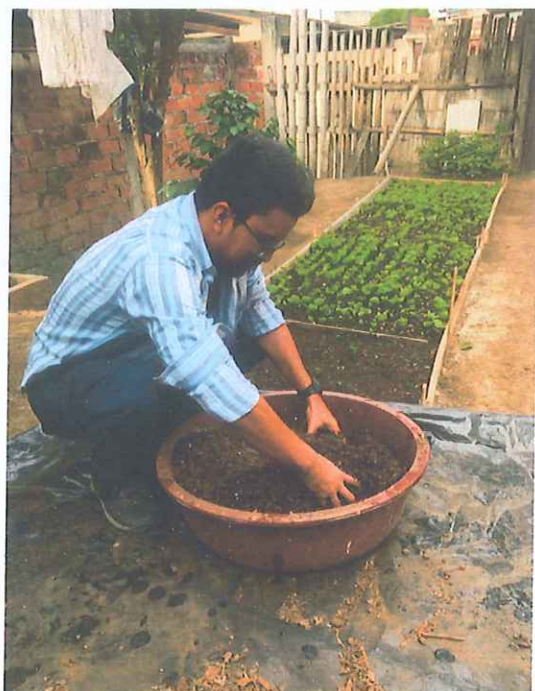
Construcción de protección al vivero



Chapolas listas para el transplante



Preparación del sustrato



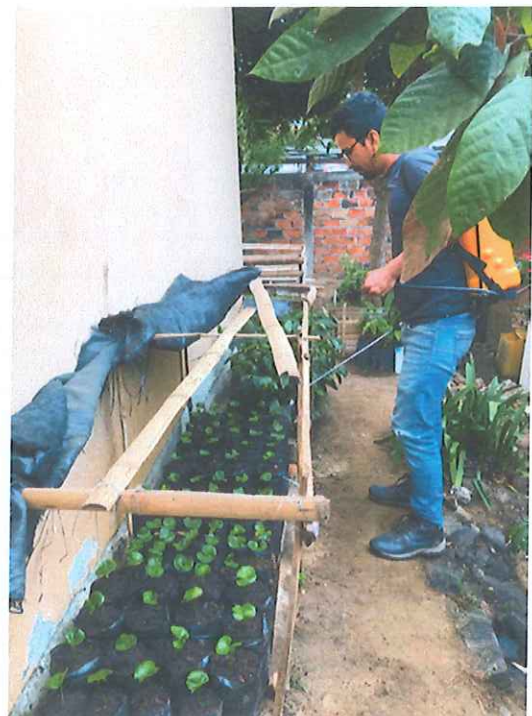
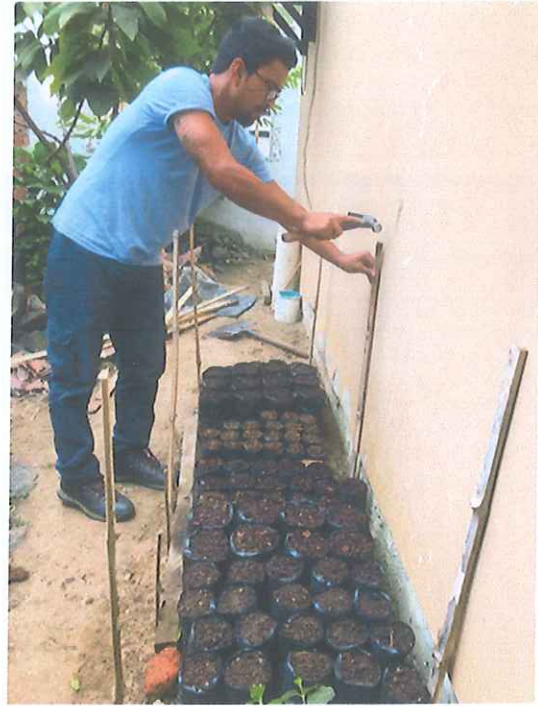
Trasplante a fundas de tratamientos



Desinfección y siembra en fundas de distinto tamaño.



Manejo de vivero.



Toma de datos



Desarrollo del cultivo



Fundas utilizadas en el ensayo



Medición de raíces

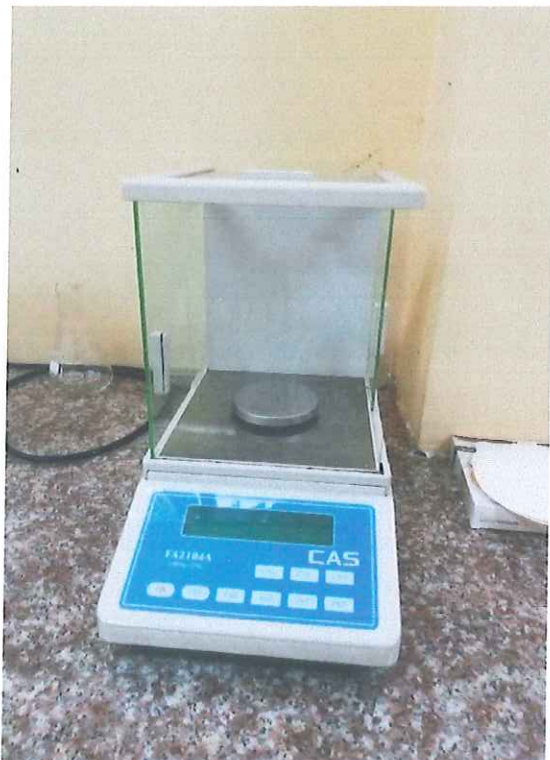


Raíces de diferentes tratamientos



Equipos utilizados en el laboratorio de bromatología de la UNESUM

Balanza analítica y estufa



Raíces en proceso de secado, separadas según tratamiento



Plantas de café por tratamiento al final del ensayo



AUTORIZACIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL UNESUM

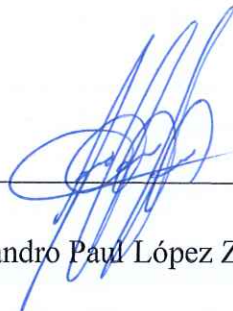
El que suscribe, López Zambrano Leandro Paul en calidad del siguiente trabajo escrito titulado: **“Comportamiento morfológico del café arábigo sarchimor 42 60 en etapa de vivero, al tamaño de bolsa”** Otorga a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción y distribución pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia.

El autor declara que el contenido que se publicara 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 ella 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 haga para obtener beneficios económicos.

Jipijapa, 30 de septiembre de 2020



Leandro Paul López Zambrano

Cedula N° 131228999-2