

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Producción de plántones de café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman],
"caturra"), con fibra de coco en etapa de vivero en Chanchamayo**

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Junior Walter MENDOZA VARGAS

Bach. Shara Felix HUAMAN FERNANDEZ

Asesor:

Mag. Josué Hernán INGA ORTÍZ

La Merced – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Producción de plántones de café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman],
"caturra"), con fibra de coco en etapa de vivero en Chanchamayo**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR

PRESIDENTE

Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA

MIEMBRO

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 018-2025/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
MENDOZA VARGAS, Junior Walter
HUAMAN FERNANDEZ, Shará Félix

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis

Producción de plántones de café (*Coffea arabica* var. laurina [Smeathman], "caturra"), con fibra de coco en etapa de vivero en Chanchamayo

Asesor
Mag. INGA ORTÍZ, Josué Hernán

Índice de similitud
18%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 13 de mayo de 2025



Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

A Dios quien me guía y me da fuerza necesaria para poder hacer este sueño realidad, a mis padres por apoyarme en cada sueño, por creer en mí, y por su guía constante. A mi pareja por estar siempre motivándome y apoyándome incondicionalmente a cumplir esta meta.

Junior

A mis padres porque sin ellos no lo habría logrado. Sus consejos diarios a lo largo de mi vida me conducen por el camino del bien.

A Dios por ser mi guía incesante y otorgarme la sabiduría y la fuerza en cada etapa de mi vida.

Shara

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud a la Universidad Daniel Alcides Carrión de manera especial a la Escuela de Agronomía, sus autoridades, docentes y personal administrativo que, con sus palabras y conocimientos, me brindaron una formación académica de excelencia para alcanzar mi meta como Ingeniero agrónomo.

Al Mg. Josué Hernán Inga Ortiz. Asesor de nuestra tesis quién con su apoyo y conocimientos ayudó se desarrolló nuestra investigación.

Al Dr. Luis Huanes Tovar, por su apoyo en las evaluaciones y uso de los equipos del laboratorio de Biología de nuestra Filial.

A nuestros docentes, quienes con sus sabios consejos supieron en el momento determinado asesorarnos para ampliar nuestros conocimientos y lograr que nuestros resultados alcanzados en el trabajo de investigación sean fructíferos a favor de los agricultores de nuestra región.

RESUMEN

Nuestra investigación se realizó con el objetivo de evaluar la influencia de la fibra de coco en el crecimiento de los plantones café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman], "caturra") en la etapa de vivero bajo condiciones de Chanchamayo, Perú.

Nuestra investigación se instaló en el vivero de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Filial La Merced – Escuela de Agronomía, en los meses de Abril del 2024 a Setiembre 2024.

El diseño estadístico que se aplicó fue el de completamente al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5 %, para agruparlos por su similitud, obteniendo los siguientes resultados; para la altura, diámetro del tallo, longitud, peso fresco y seco de la raíz, peso fresco y seco de las plantas, realizando el ANVA se encontró que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos y al realizar la prueba estadística de Tukey al 5% se encontró que los mejores valores para esos parámetros fue con el T2 con la proporción de 80:20 de Fibra de Coco : Arena; logrando los mejores resultados con 26.33 cm, para la altura de la planta; 3.03 mm para el diámetro del tallo, 24.08 cm para la longitud de la raíz, 7.90 y 1.62 g para el peso fresco y seco de la raíz asimismo, 19.19 y 3.74 g para el peso fresco y seco de la planta. De acuerdo al ANVA se determina que la fibra de coco influye en el crecimiento aéreo de los plantones de cafeto a nivel de vivero.

Palabras Clave: Café caturra, fibra de coco, vivero

ABSTRACT

Our research was conducted with the objective of evaluating the influence of coconut fiber on the growth of coffee seedlings (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman], “caturra”) in the nursery stage under conditions of Chanchamayo, Peru.

Our research was installed in the nursery of the Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión - Filial La Merced - School of Agronomy, in the months of April 2024 to September 2024.

The statistical design applied was completely randomized, with 5 treatments and 4 replications, applying the Tukey significance test at 5%, to group them by their similarity, obtaining the following results; for height, stem diameter, length, fresh and dry weight of the root, fresh and dry weight of the plants, performing the ANVA it was found that there is highly significant statistical difference between treatments and when performing the Tukey statistical test at 5% it was found that the best values for these parameters was with the T2 with the proportion of 80: 20 of Coco Fiber : Sand; achieving the best results with 26.33 cm for plant height, 3.03 mm for stem diameter, 24.08 cm for root length, 7.90 and 1.62 g for root fresh and dry weight, and 19.19 and 3.74 g for plant fresh and dry weight. According to the ANVA, it is determined that coconut fiber influences the aerial growth of coffee seedlings at nursery level.

KEY WORDS: Coffee caturra, nursery

INTRODUCCIÓN

La producción de plántones de café en viveros en el trópico del Perú presenta varios desafíos específicos, ya que se tiene un clima tropical con altas concentraciones de humedad que favorece el desarrollo de enfermedades fúngicas en los plántones, especialmente en la raíz; igualmente estas temperaturas elevadas pueden afectar el crecimiento y desarrollo de los plántones, especialmente durante la fase de establecimiento por las variaciones climáticas como lluvias intensas o sequías pueden que pueden afectar la disponibilidad de agua y nutrientes para los plántones.

Fischersworing y Robkamp, (2001), manifiestan que la alta humedad y temperatura favorece la aparición de plagas como la mosca blanca, la cochinilla y el pulgón, así como la aparición de enfermedades como la roya del café, la antracnosis y la mancha de ojo de pájaro.

Los suelos en la zona del trópico peruano suelen ser ácidos, lo que puede dificultar la absorción de nutrientes por las plantas como nitrógeno, fósforo y potasio.

Por lo que surge la necesidad de realizar la producción de plántones de café en vivero, con la intención de controlar las plagas y enfermedades para evitar pérdidas de plántones, igualmente realizar el control de la humedad del suelo para prevenir el encharcamiento y garantizar un buen desarrollo radicular, realizando un control adecuado de la temperatura para evitar que los plántones sufran estrés por calor.

Por lo que se justifica la producción de plántones de café con fibra de coco en viveros bajo condiciones de trópico, con la intención de promover en mejor desarrollo radicular de las plantas **ya** que la fibra de coco proporciona un medio de cultivo poroso y aireado que favorece un desarrollo radicular vigoroso. Las raíces pueden crecer libremente, lo que permite una mayor absorción de agua y nutrientes. Esto es fundamental en climas tropicales,

donde el suelo puede ser compacto y la humedad fluctuante. Asimismo, la fibra de coco es un sustrato natural libre de patógenos, lo que reduce el riesgo de enfermedades en los plántones. Esto es especialmente importante en climas tropicales donde las condiciones de humedad favorecen el desarrollo de enfermedades fúngicas. Y tiene una excelente capacidad de retención de humedad, pero también permite un buen drenaje. Esto ayuda a prevenir el encharcamiento de las raíces, que puede ser perjudicial para el crecimiento de los plántones.

La JNC (2021) manifiesta la producción de plántones en vivero con fibra de coco ayuda a mitigar estos desafíos, brindando a las plantas un inicio más fuerte y resistente, lo que se traduce en una mayor probabilidad de éxito en el campo, generando beneficios tanto para la planta como para el medio ambiente.

La JNC, (2021) reporta que, en los Andes peruanos, a más de 1.200 m.s.n.m, es el lugar donde cada año se producen más de 4 millones de sacos de café para nuestro país, el que es bien valorado en el mercado extranjero por su calidad de taza. Por lo que nuestro café se distribuye en todo el mundo, especialmente en los Estados Unidos, Europa y en varios países asiáticos, donde, a pesar de haber llegado inicialmente como sustituto puntual de los cafés colombianos, hoy ocupa un lugar destacado en la demanda de los consumidores por su excelente calidad, habiéndose ganado un lugar en la preferencia de los mejores importadores de café. El café peruano, es apreciado por los consumidores por su suave sabor, que es ligeramente dulce, el buen cuerpo y su aroma delicado, que le ha hecho merecedor de numerosos reconocimientos en concursos de calidad y campeonatos baristas de todo el mundo.

El cambio climático en nuestro país y que viene desarrollándose a nivel mundial está ocasionando efectos negativos en los cultivos agrícolas y el cafeto no es una excepción a

estos efectos; como consecuencia de estas variaciones climáticas se manifiestan una disminución en la producción, en el rendimiento y en la calidad del café reflejándose en la disminución de la oferta de este.

El cambio climático, forzará a los caficultores a adaptarse a las nuevas condiciones climáticas optando por prácticas agrícolas que minimicen los efectos del aumento de la temperatura y la acción de otros efectos climáticos. Otras de las consecuencias del cambio climático será la migración de los caficultores en búsqueda de tierras con mejores condiciones productivas, así como el cambio de uso de las tierras, es decir, las áreas de bosques o cabeceras de cuenca para ser transformadas en terrenos agrícolas

La calidad de la producción de café se determina en gran medida por el manejo inicial en el vivero, según Fischersworing y Robkamp (2001). Un buen manejo en el vivero permite que la planta absorba los nutrientes necesarios para un desarrollo óptimo. Sin embargo, en la selva central del Perú, las prácticas en los viveros son deficientes, con un uso excesivo de productos químicos y técnicas inadecuadas. Esto genera contaminación ambiental y aumenta los costos de producción a largo plazo. Además, las prácticas inadecuadas en los viveros producen plántulas de baja calidad genética y productiva.

Los agricultores, buscando acelerar el crecimiento de las plántulas, utilizan fertilizantes químicos y abonos foliares, lo que lleva a la pérdida de la certificación de agricultura orgánica. A pesar de la disponibilidad de productos orgánicos para el cultivo del café, sus efectos aún no se conocen completamente.

En resumen, la falta de un manejo adecuado en los viveros de la selva central peruana afecta la calidad de la producción de café, genera contaminación ambiental y dificulta la obtención de la certificación orgánica.

Asimismo, se ha determinado que la fibra de coco es un sustrato ligero y fácil de manejar. Esto facilita el trasplante de los plántones sin dañar las raíces, lo que contribuye a un mejor establecimiento en el campo, es un material orgánico y biodegradable, lo que la convierte en una opción sostenible para la producción de plántones. Además, su uso reduce la dependencia de otros materiales como la turba, que pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente.

Por lo que surge la necesidad de evaluar el efecto de la fibra de coco y su acción en crecimiento de los plántones de café (*Coffea arabica* var. caturra), a nivel de vivero bajo condiciones de Chanchamayo – Junín. con la intención de evaluar su eficacia en el crecimiento aéreo y radicular de la planta.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	5
1.3. Formulación del problema	5
1.3.1. Problema general.....	5
1.3.2. Problemas específicos	5
1.4. Formulación de Objetivos	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Justificación de la investigación	6
1.6. Limitaciones de la investigación.....	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	9
-----------------------------------	---

2.2. Bases teóricas - científicas	11
2.2.1. Descripción botánica	12
2.2.2. Caturra.....	12
2.2.3. Los sustratos.....	17
2.3. Definición de términos básicos.....	23
2.4. Formulación de Hipótesis	24
2.4.1. Hipótesis general	24
2.4.2. Hipótesis Específicas	24
2.5. Identificación de Variables.	24
2.5.1. Variable independiente (X)	24
2.5.2. Variable dependiente.....	24
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.....	25

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación.....	26
3.2. Nivel de investigación.....	26
3.3. Métodos de investigación.....	26
3.4. Diseño de investigación.	27
3.5. Población y muestra.....	27
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	28
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	28
3.9. Tratamiento estadístico.	28
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	29

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	30
4.1.1. Lugar de ejecución de la tesis	30
4.1.2. Materiales y equipos de trabajo.....	31
4.1.3. Descripción de los tratamientos	32
4.1.4. Distribución de las unidades experimentales	32
4.1.5. Procedimiento y conducción del experimento	34
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.	34
4.2.1. La Altura de la planta.....	34
4.2.2. Diámetro del tallo.....	37
4.2.3. Longitud de la raíz	39
4.2.4. Peso fresco de la raíz.....	42
4.2.5. Peso seco de la raíz	45
4.2.6. Peso fresco de la planta	47
4.2.7. Peso seco de las plantas.....	50

4.3. Prueba de Hipótesis.....	53
4.3.1. Prueba de hipótesis para las variables evaluadas	54
4.4. Discusión de resultados.....	54

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLA

<i>Tabla 4.1. Evaluación de la altura de las plantas (cm) de café (coffea arabica var. Caturra) por tratamiento a los 120 días de cultivo</i>	36
<i>Tabla 4.2. Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 120 días de cultivo ..</i>	37
<i>Tabla 4.3. ANVA para el diámetro del tallo a los 120 días</i>	38
<i>Tabla 4.4. Prueba estadística de Tukey al 5% para el diámetro del tallo a los 120 días de cultivo</i>	39
<i>Tabla 4.5. ANVA para la longitud de las raíces en las plantas a los 120 días de cultivo ..</i>	41
<i>Tabla 4.6. Prueba estadística de Tukey al 5% para la longitud de la raíz en las plantas a los 120 días</i>	42
<i>Tabla 4.7. ANVA para el peso fresco de las raíces a los 120 días de cultivo.....</i>	43
<i>Tabla 4.8. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso fresco de la raíz a los 120 días de cultivo</i>	44
<i>Tabla 4.9. ANVA para el peso seco de las raíces</i>	46
<i>Tabla 4. 10. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso seco de la raíz.....</i>	47
<i>Tabla 4. 11. ANVA para el peso fresco de las plantas a los 120 días de cultivo.....</i>	48
<i>Tabla 4. 12. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso fresco de la planta a los 120 días de cultivo.....</i>	50
<i>Tabla 4.13. ANVA para el peso seco de las plantas a los 120 días de cultivo</i>	51
<i>Tabla 4.14. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso seco de la planta a los 120 días de cultivo</i>	53

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1. <i>Evolución de la altura de los plántones de café hasta los 120 días de cultivo</i>	35
Gráfico 2. <i>Evolución del diámetro del tallo</i>	38
Gráfico 3. <i>Evolución de la longitud de la raíz en las plantas</i>	40
Gráfico 4. <i>Evolución del peso fresco de la raíz de las plantas</i>	43
Gráfico 5. <i>Peso seco de la raíz por tratamientos</i>	45
Gráfico 6. <i>Evolución del peso fresco de las plantas</i>	48
Gráfico 7. <i>Peso seco de las plantas a los 120 días</i>	51

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Chen (2023), manifiesta que los sustratos deben de cumplir con cuatro funciones: anclaje de las plantas, retención del agua, depósito de nutrientes e intercambio de gases.

Todos los sustratos son diseñados para lograr estas funciones y producir plantas de alta calidad. Estas funciones varían dependiendo del origen del sustrato o los componentes, del tamaño de las partículas y de la forma y altura del recipiente.

Los sustratos deben de cumplir con cuatro funciones: anclaje de las plantas, retención del agua, depósito de nutrientes e intercambio de gases.

De igual manera Chen (2023), sostiene que todos los sustratos son diseñados para lograr estas funciones y producir plantas de alta calidad. Estas funciones varían dependiendo del origen del sustrato o los componentes, del tamaño de las partículas y de la forma y altura del recipiente. Sin embargo, la mayoría de los fabricantes de

sustratos pueden proporcionar a los consumidores fichas técnicas que indican sus propiedades físicas, el contenido de nutrientes y otra información del producto.

El mismo autor sostiene que la compactación cambia las propiedades físicas del sustrato, lo que anula el propósito de tener un sustrato adecuado para una aplicación o cultivo en particular.

La compactación del sustrato es un problema común en los invernaderos y viveros. La compactación ocurre cuando se aplica una fuerza a la superficie del sustrato o incluso cuando el mismo peso del sustrato causa que el volumen de la mezcla disminuya. Un claro ejemplo de esto es el uso de arena como un componente del sustrato. La arena es más pesada que la mayoría de los componentes de un sustrato, por lo que la sección inferior de la maceta tendrá que soportar el peso de la arena más el peso del agua.

Los macro poros en el interior del sustrato son los responsables de proporcionar espacios vacíos, una rápida infiltración del agua y un buen drenaje. Cuando el sustrato se compacta, los macro poros se colapsan y la estructura física se modifica. La compactación del sustrato también puede ocurrir cuando este último tiene una proporción inadecuada de partículas finas y gruesas, lo que puede pasar con el mismo componente o con componentes distintos. Este error comúnmente se asocia a la falta de disponibilidad de materiales de calidad o a la suposición errada de que agregarle componentes de gran tamaño a componentes de tamaño pequeño corregirá sus propiedades físicas. Chen (2023).

Por lo que se presentan problemas en el manejo de los sustratos asociados a su compactación, tales como:

- La densidad del sustrato aparente aumenta, por lo tanto, el peso de la maceta aumenta.
- La porosidad total y la aireación del sustrato disminuyen debido a que el espacio ocupado por los macro poros está ocupado por sólidos.
- El intercambio de gases se reduce.
- La infiltración es deficiente, el escurrimiento aumenta.
- El drenaje es deficiente y causa anegaciones.
- El tiempo de secado aumenta.
- El porcentaje de agua no disponible aumenta debido a que el agua está retenida más firmemente a las partículas en el sustrato. En otras palabras, la capilaridad aumenta.
- Las raíces deben trabajar más para obtener agua.
- El agua y los fertilizantes se obtienen de manera menos eficiente.
- Las sales de los fertilizantes en la solución de sustrato pueden volverse más concentradas y causar un aumento de la CE.
- Las raíces tienen que ejercer más fuerza para penetrar el sustrato, lo que reduce las reservas de energía que las plantas requieren para crecer y desarrollarse.
- Es posible que las plantas detengan su crecimiento.
- Las raíces están a una menor profundidad y son cortas.
- La distribución de las raíces disminuye y las raíces crecen en secciones de la maceta.

- La compactación en algunas partes de la maceta da como resultado un crecimiento de la raíz y un contenido de agua dispares.
- Los organismos naturales como los hongos micorrícicos se pueden dañar debido al ambiente no apto que tienen para vivir.

Núñez & Lázaro, (2018), sostiene que el agricultor de la Selva central desconoce total o parcialmente las características de un buen sustrato, y los problemas que conlleva su compactación; asimismo se sabe que la mejora en la producción del café depende de la etapa inicial de su cultivo (vivero), por la absorción de nutrientes que le confiere vigor a la planta para su óptimo desarrollo posterior.

Los mismos autores sostienen que los agricultores de nuestra Región tienen un deficiente manejo de los almácigos de café en los viveros, quienes han generado una dependencia a los insumos agroquímicos y con prácticas inadecuadas en los viveros, los cuales ocasionan contaminación ambiental y posteriormente altos costos de la producción en sus cafetales; y residuos de estos productos en sus frutos, generando como consecuencia poca aceptación en la exportación de este producto y la disminución de las ganancias de los mismos agricultores.

Por lo que, el propósito de nuestra investigación, es promover la búsqueda de alternativas viables que garanticen una mayor sostenibilidad de la producción agrícola y minimizar el impacto sobre el medio ambiente se propone trabajar con la fibra de coco para utilizarlo como sustrato en plántones a nivel de vivero de *coffea arabica*, var. *Caturra* por ser el cultivo más representativo de café en esta zona y obtener plantas con características de mayor resistencia a enfermedades de la zona y

mayor vigor para su cultivo evaluando la efectividad de la fibra de coco en relación al crecimiento aéreo y radicular de la planta así como el incremento de su biomasa.

1.2. Delimitación de la investigación

Nuestra investigación se orienta a evaluar la influencia de la fibra coco como estimulador del crecimiento de los plantones de café (*Coffea arabica* var. caturra), a nivel de vivero en etapa de vivero en Chanchamayo – Junín. con la intención de determinar su efectividad en el crecimiento aéreo de la planta, evaluando la altura de la planta y el diámetro del tallo. Evaluar su influencia en el crecimiento radicular evaluando la longitud y el peso fresco de la raíz y determinar su influencia en el incremento de la biomasa de la planta, evaluando el peso fresco y peso seco de la planta de café, bajo condiciones de Chanchamayo.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la fibra de coco en el crecimiento de café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman], "catarra"), en etapa de vivero bajo condiciones de Chanchamayo?

1.3.2. Problemas específicos

- a. La fibra de coco influye en el crecimiento aéreo de la planta hasta los 120 días.
- b. La fibra de coco influye en el crecimiento radicular de la planta hasta los 120 días.
- c. La fibra de coco influye en el incremento de la biomasa

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la fibra de coco en el crecimiento de café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman], "caturra"), en etapa de vivero bajo condiciones de Chanchamayo.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar la influencia de la fibra de coco en el crecimiento aéreo de la planta hasta los 120 días.
- b. Evaluar la influencia de la fibra de coco en el crecimiento radicular de la planta hasta los 120 días.
- c. Evaluar la influencia de la fibra de coco en el incremento de la biomasa

1.5. Justificación de la investigación

Durante los últimos años, la actividad forestal se ha caracterizado por un marcado dinamismo científico y tecnológico, impulsado por la necesidad de mejorar los rendimientos y utilizar eficientemente los recursos disponibles. Unido a estos cambios tecnológicos, se ha producido en los viveros una importante sustitución del cultivo tradicional en el suelo, por cultivos en diversos sustratos. Las principales razones de esta sustitución han sido:

- La necesidad de transportar las plantas de un lugar a otro.
- La presencia cada vez mayor de factores limitantes para los cultivos en suelo natural, particularmente salinidad, enfermedades y agotamiento del recurso (Sánchez, 2013).
- Buscar sustratos que requieran menor superficie de vivero.

Adicionalmente, el desarrollo de la industria y el auge de los cultivos sin suelo han generado una creciente necesidad de investigación en sustratos, que buscan satisfacer la demanda por plantas más precoces y productivas (Calderón, 2004).

El mercado actual ofrece una diversidad de estos materiales, los cuales presentan propiedades físicas, químicas y biológicas propias para un buen desarrollo de las plantas; sin embargo, aspectos como el precio, el manejo, la finalidad, la productividad y la disponibilidad de estos sustratos son factores decisivos en el éxito o fracaso en la utilización de los mismos (Calderón, 2004).

El cultivo de plántones de café (*Coffea arabica* L.) es de importancia nacional, ya que genera divisas para nuestro país procedente del sector agrícola. El Perú posee 425,416 Has dedicadas al cultivo del cafeto, y constituye el 6% del área agrícola nacional. Con un potencial de crecimiento de 2 millones de Has. La mayor parte de cultivo se encuentra en la ceja de selva, y en menor extensión en la costa y los valles interandinos; además Perú cultiva alrededor de 130,000 ha certificadas como orgánico, con un volumen de 1.5 millones de quintales (MINAGRI, 2013).

En la actualidad, a nivel nacional, 223,482 familias de pequeños agricultores están involucrados en el cultivo del café y el 95% de los agricultores poseen 5 a menos hectáreas con este cultivo. Constituye un tercio del empleo agrícola relacionado con el cultivo del café, lo que representa alrededor de 2 millones de habitantes que se dedican a esta actividad. Y, el 30% de estos agricultores pertenecen a algún tipo de organización productiva y el 20% de ellos, exporta directamente a través de sus organizaciones de productores y el 80% exporta a través de compañías

exportadoras. Lamentablemente, solo el 3% conduce sus cultivos con alta tecnología y solo el 7% tiene acceso al crédito agrícola, (MINAGRI, 2013).

Castillo (2017), reporta que el café es uno de los productos que más aporta al PBI en nuestro país, por la venta del café a otros países y la generación de empleo para miles de personas que trabajan en este cultivo y la cosecha. De la misma manera, el autor manifiesta que se pierde el 30% de café, en promedio, por malas prácticas agrícolas. Por lo que surge la intención de investigar el efecto de la fibra de coco en el crecimiento de café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman], "caturra"), en etapa de vivero bajo condiciones de Chanchamayo evaluando el incremento del crecimiento aéreo y radicular de la planta.

1.6. Limitaciones de la investigación

La presente investigación, tuvo como limitante el acopio y procesamiento de la fibra de coco, ya que, en nuestra zona a pesar de ser productora de cocos, no usan esta fibra con fines agrícolas. Desechándolas y generando mayor contaminación en los campos de cultivo. Por lo que se busca, dar valor agregado a este desecho agrícola, para usarlo como sustrato agrícola.

Asimismo, la fibra de coco es un material heterogéneo, con variaciones en su composición química, densidad y capacidad de retención de agua. Estas variaciones pueden afectar significativamente el crecimiento de las plántulas de café, dificultando la interpretación de los resultados, por lo que se buscó tratar de homogenizar las muestras de fibra de coco en relación a mantener un mismo tamaño de fibra, para controlar su densidad al momento de ser humidificada y controlar la retención de agua que pueda contener la fibra.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Cárdenas, (2013). En su investigación para evaluar el efecto de sustratos en el crecimiento de plántulas de (*Coffea arabica*, L.) variedad catimor en el distrito de Pichanaqui y determinar, cuál de los sustratos ofrece mejor relación biomasa raíz/biomasa foliar, en vivero de café variedad catimor en el distrito de Pichanaqui. Utilizando tierra superficial del mismo lugar en la localidad de Nueva Luz de Esperanza, que tiene suelos ácidos con un pH 4,8 y tiene una textura franco arcilloso. Sus resultados indican que la dosificación del sustrato tierra superficial, estiércol descompuesto + FDA + CIK + dolomita presentan el mayor número de hojas con (6,11 unidades), mayor área foliar (117,67 cm²), mayor diámetro de tallo (0,253 cm), mayor altura de planta (30,1 cm), mayor peso de raíz (5,41 g) y mayor peso de tallo (14,06 g). El sustrato de Tierra 25% + Humus 75%, presenta el menor: número de hojas, área foliar, diámetro de tallo, altura de planta, peso de raíz y peso de tallo. La

mejor relación biomasa raíz/biomasa foliar presentan los plantones con sustratos: tierra superficial, roca fosfórica + dolomita + ceniza + compost.

Muñoz, (2007), en su investigación “Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus*, Labill, manifiesta que del análisis de datos reportan que los tratamientos con fibra coco y vermiculita, presentaron diferencias altamente significativas, siendo la fibra de coco el tratamiento que produjo plantas con menor desarrollo en altura y biomasa. Los tratamientos con compost y vermiculita no tuvieron diferencias significativas, presentando desarrollos bastante similares en ambas variables, con 9,2 y 9,4 cm de altura y 0,131 y 0,150 g. de biomasa total. Las plantas producidas en vermiculita presentaron un desarrollo considerablemente mayor en ambas variables.

La misma autora concluye que las plantas producidas en los distintos tratamientos del ensayo pueden ser destinadas a actividades de repique y homogenización de bandejas ya que todas cumplen con una altura adecuada entre 5 a 9 cm., sin embargo, es posible que el tratamiento con fibra coco produzca plantas de baja calidad, no siendo éste adecuado para la producción de *E. globulus*.

De igual manera, recomienda realizar estudios que consideren tratamientos de fibra de coco mezclada con sustratos inorgánicos como perlita o vermiculita y un mayor tiempo estudio que permita una óptima evaluación de las plantas.

Según Bianchi, et al (2023), posee elevada capacidad de aireación y retención de agua, baja densidad aparente, pH entre 5 y 6 y estructura física altamente estable.

Su apariencia es similar a la turba, siendo posible distinguir gran cantidad de fibras de coco en el sustrato.

Quiñones (2014), en su tesis usó como sustrato la de fibra de coco en la planta *Euphorbia pulcherrima*; WILD. reporta que los resultados obtenidos mostraron que las plantas cultivadas en sustrato alterno, de fibra de coco son de mejor calidad en comparación a las producidas en sustrato convencional y que a pesar de que el costo de producción en este medio se incrementa, el ingreso también aumenta debido a la calidad e inocuidad del producto. Si el cultivo es para mercado local no es recomendable producirlo en fibra de coco ya que el costo de producción aumenta en Q.1.07 por maceta en comparación al sustrato convencional.

2.2. Bases teóricas - científicas

Cenicafé (2013), sostiene que el café pertenece a la familia de las *Rubiaceas*, que tiene alrededor de 500 géneros y más de 6000 especies, la mayoría árboles y arbustos. Son principalmente de origen tropical, y de una amplia distribución.

Taxonómicamente, todas estas plantas se clasifican como del género *Coffea*, y se caracteriza por una invaginación en la parte ventral de la semilla. Se encuentran desde pequeños arbustos hasta árboles de más de 10 m, sus hojas, que son simples, opuestas y con estípulas varían tanto en tamaño como en textura, sus flores son completas, blancas y tubulares, y los frutos, son unas drupas de diferentes formas, colores y tamaños, dentro se encuentra la semilla, normalmente dos por fruto.

Harman (2012), también dice que hoy se reconocen 103 especies, sin embargo, sólo dos son responsables del 99 % del comercio mundial: *Coffea arabica*

y *Coffea canephora*. Son originarias de África o de Madagascar. Así como también existen muchas variedades: Typica, catimor, paché común, borbón, caturra etc.

2.2.1. Descripción botánica

Reino----- Plantae
Tipo----- Espermatofitas
Sub-tipo----- Angiospermas
Clase----- Dicotiledóneas
Sub-clase----- Gamopétalas inferioriadas
Orden----- Rubiales
Familia----- Rubiáceas
Género ----- *Coffea*
Sub-género----- Eucoffea
Especies ----- *arabica, canephora, liberica*

Fuente: Harman (2012).

2.2.2. Caturra

Anacafe (2014), manifiesta que esta variedad es una mutación del Borbón en el estado Minas Gerais en Brasil. Su nombre deriva de la palabra guaraní que significa "pequeño". También se le llama "Nanico". Caturra tiene una mutación de un solo gen que hace que la planta se vuelva más pequeña (llamada enanismo), lamentablemente tiene una alta susceptibilidad a la roya. Pero tiene una alta densidad de siembra: entre 5000-6000 árboles/Ha (usando la poda de un solo tallo vertical).

Es una planta de porte bajo, tronco grueso y poco ramificado e inflexible. Posee entrenudos muy cortos en las ramas y en el tallo, que lo hacen un

alto productor. Sus hojas son grandes, de bordes ondulados, anchos, redondeados, gruesos y verde oscuro. Es un arbusto de un aspecto general compacto y de mucho vigor. Las ramas laterales forman un ángulo bien cerrado con el tronco. Su sistema radical está bien desarrollado lo que le permite adaptarse a diferentes condiciones. Es una variedad muy precoz y de alta producción por lo que requiere un manejo adecuado.

Los genetistas estaban interesados en esta planta por su pequeño tamaño, que permite a las plantas se coloquen más juntas, y sus ramas secundarias muy próximas entre sí, lo que determina producir más frutos en el mismo espacio. El proceso de selección de Caturra se denominó selección en masa, lo que significa que se selecciona un grupo de individuos en función de su rendimiento superior, la semilla de estas plantas se acumula para formar una nueva generación y luego se repite el proceso. La variedad nunca se presentó oficialmente en Brasil, pero se ha vuelto común en América Central. Se introdujo en Guatemala en la década de 1940, pero la adopción comercial generalizada no se produjo hasta después de tres décadas. (Word Coffe Research, 2024)

Características fenotípicas:

Tamaño de Planta	:	Bajo
Entrenudos	:	Bajo
Heredabilidad	:	Alta
Brote	:	Verde
Longitud Bandola	:	Media
Tonalidad de la Hoja	:	Oscura

Amecafe (2014)

Aspectos ecológicos

Clima

Infocafé (2014), manifiesta que el clima es el conjunto de Temperatura, Lluvias y luminosidad. El clima afecta el desarrollo de la campaña cafetalera. Las zonas cafetaleras en el Perú van desde 600 a 2,000 m.s.n.m. y pueden distinguirse cuatro zonas:

Zona baja : 600 a 1000 m.s.n.m.

Zona media : 1000 a 1200 m.s.n.m.

Zona alta : 1200 a 1400 m.s.n.m.

Zona de estructura altura : 1,400 a más

Las características óptimas son:

Temperatura media : 18 a 20 °C

Luminosidad : 150 horas sol/mes

Lluvias : 1200 mm/mes

Época seca : Máximo 2 meses

Manejo en viveros:

Preparación del terreno

El Café on line. (2014), manifiesta que el terreno debe ser plano con una leve inclinación de medio al uno por ciento ($\frac{1}{2}$ - 1%) la inclinación debe hacerse de este a oeste si las condiciones del predio lo permiten.

- Poseer un buen desagüe para evitar el exceso de humedad en el área, condición favorable para el desarrollo de hongos patógenos.

- Ubicado a plena exposición solar.
- Fuente de agua abundante para el riego necesario.

De igual manera sostiene que el terreno debe ser plano o poco inclinado y protegido del efecto de los vientos. Los suelos deben ser fértiles, profundos y con buen drenaje. Debe existir disponibilidad de agua para riego y para preparar las aplicaciones de fungicidas y foliares.

Selección de semilla

Cicafe (2015) recomienda que se debe utilizar semilla seleccionada de buena calidad. 1 kilogramo contiene más de 3000 semillas. Sembrar la semilla lo antes posible, no conviene almacenar el material porque sufre deterioro rápidamente. Inicie el semillero unas 8 semanas antes de trasplantar al almacigo.

Manejo de germinadores

- Criterios para la selección de plantas madre

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

Un cafeto en buen estado tiene un tronco recto y normalmente grueso y sus ramas primarias no están ni muy distantes ni muy juntas.

- Selección de la semilla

Amecafe (2014) manifiesta que en condiciones de campo, pese a la

aparente uniformidad de las plantas de un cafetal, la producción varía mucho de cafeto a cafeto, pudiendo oscilar la producción de cerezas entre 50 y 2.000 gr por planta y año. No obstante, este fenómeno, los cafetos de baja producción reciben los mismos cuidados y ocasionan los mismos gastos, excepto de cosecha, que aquellas plantas de alto rendimiento. Por ello es necesario seleccionar y marcar en cada cafetal aquellos cafetos de gran vigorosidad y mayor producción (plantas madre) para luego obtener de éstos las semillas para los replantes, las resiembras o las nuevas plantaciones; buscando un lugar accesible, que sea cercano al vivero o lugar de trasplante y que este protegido de fuertes vientos.

Cicafe (2015), sostiene que se desinfectar el suelo con PCNB, Terrazan o Rizolex para prevenir ataques de hongos de suelo y ataques de nemátodos e insectos cortadores, aplique Furadan o Curater 10% G, a razón de 10-15 gramos por metro cuadrado.

Cenicafe (2014), reporta que la selección de semilla es muy importante, ya que mediante este proceso se pueden obtener cafetos sanos y vigorosos, resistentes a plagas y enfermedades que garanticen una abundante producción de alta calidad. De ninguna manera la semilla ha de ser producto de una recolección de frutos al azar y aún menos debe utilizarse como material de propagación aquellas plantas que germinan en forma espontánea debajo de los cafetos en producción. Con este procedimiento se realiza una "selección al revés", puesto que por lo general se propagan plantas defectuosas.

Cabe mencionar según Cenicafé (2000), que de cultivos comerciales de híbridos intervarietales, como lo es la Variedad Colombia, no es recomendable seleccionar semilla debido a que su gran variabilidad genética no permite garantizar una uniformidad en la morfología y producción de la siguiente generación.

Durante el proceso de selección y beneficio de la semilla de café han de tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

Seleccionar aquellos cafetos productores de semilla que se destacan por su vigor, su resistencia a plagas y enfermedades, así como por una producción alta y estable con un bajo porcentaje de grano vano, caracol o gigante.

Han de elegirse cafetos que no sean demasiado jóvenes ni demasiado viejos. Por medio de esta práctica las características favorables de las mejores plantas se transmitirán a las futuras plantaciones.

Cosechar únicamente frutos sanos, que hayan alcanzado su plena madurez, de las ramas centrales (primarias y secundarias) del cafeto, seleccionando los frutos de las ramas que se encuentran entre el tercero y noveno brote de fructificación.

El momento óptimo para recoger semilla es durante el segundo pase de la cosecha.

2.2.3. Los sustratos

Muñoz Zita (2007), manifiesta que el término sustrato, que se aplica en la producción en vivero, se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede

ser natural o sintético, mineral u orgánico y que, en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el enraizamiento de las plantas a través de su sistema radicular. El sustrato puede o no intervenir en el proceso de nutrición de la planta allí ubicada, en base a esta definición, se puede clasificar a los sustratos en químicamente inertes (perlita) o químicamente activos (corteza de pino). En el caso de los materiales químicamente inertes, éstos actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que los restantes intervienen además en procesos de adsorción y fijación de nutrientes (Pastor, 2000). Durante los últimos años, la actividad forestal se ha caracterizado por un marcado dinamismo científico y tecnológico, impulsado por la necesidad de mejorar los rendimientos y utilizar eficientemente los recursos disponibles. Unido a estos cambios tecnológicos, se ha producido en los viveros una importante sustitución del cultivo tradicional en el suelo, por el cultivo en sustratos. El fundamento de esta sustitución es: La necesidad de transportar las plantas de un lugar a otro. El factor limitante para los cultivos en suelo natural, particularmente salinidad, enfermedades y agotamiento del recurso (Abad,1993). Requiere menor superficie de vivero. De igual manera, el desarrollo de la industria y el incremento de los cultivos sin suelo han generado una creciente necesidad de investigación en sustratos, que buscan satisfacer la demanda por plantas más precoces y productivas (Calderón, 2004).

Actualmente en el mercado se encuentra una diversidad de estos materiales, los cuales tienen propiedades físicas, químicas y biológicas propias para un buen desarrollo de las plantas; sin embargo, aspectos como el precio, el manejo, la

finalidad, la productividad y la disponibilidad de estos sustratos son factores decisivos en el éxito o fracaso en la utilización de estos. (Calderón, 2004).

Características físicas y químicas de los sustratos en general

Densidad aparente Es el peso seco del sustrato por unidad de volumen, incluyendo todos los espacios ocupados por aire y materiales orgánicos (Abad, 1993). Esta característica se utiliza para estimar la capacidad total de almacenaje del sustrato y el grado de compactación. Un sustrato con baja densidad aparente es económicamente beneficioso, debido a que maximiza la capacidad operacional del medio de cultivo, minimizando los costos de transporte y manipulación de materiales (Calderón, 2004).

Porosidad. Consiste en el volumen total que no está siendo ocupado por partículas sólidas, minerales u orgánicas (Muñoz, 2007). Los regímenes de agua y aire dentro de un sustrato dependen del espacio poroso del medio, sin embargo, no es suficiente que el sustrato posea una elevada porosidad total, sino que ésta se encuentre compartida entre macroporos, que se hallan ocupados por aire y microporos que alojan agua en su interior

Aireación. Según Calderón (2004), el tipo de material utilizado como sustrato, el tamaño y continuidad de sus poros, la temperatura, profundidad, humedad y actividad microbiológica, son aspectos que deben ser considerados para comprender la dinámica de los gases dentro de un medio de cultivo, donde idealmente el intercambio gaseoso debe ser rápido. Además, la utilización de contenedores de volumen reducido, produce cambios en la aireación y retención de agua, afectando el desarrollo de las plantas.

Retención de agua. Es la cantidad total de agua que puede retener el sustrato en un contenedor y depende de la proporción de microporos y del volumen del contenedor, sin embargo, aunque la retención de agua sea elevada, puede ser adsorbida por las partículas del sustrato, por lo que no se encontrará disponible, esto depende que el tamaño de los poros sea más pequeño y de la concentración de sales en la solución acuosa. Un sustrato adecuado es aquel que tiene un 20 ó 30 % de agua fácilmente disponible (Ansorena, 1994). Una baja retención de agua en un sustrato puede producirse por una baja porosidad total, alta proporción de macroporos o microporos, elevada concentración de sales en solución acuosa o una combinación de las situaciones anteriores (Ansorena, 1994).

Granulometría. El tamaño de las partículas del sustrato debe ser mediana a gruesa, con tamaños de 0,25 a 2,6 mm, que produzcan poros de 30 a 300 μm , permitiendo una buena aireación y retención de agua. También es importante que el tamaño de las partículas sea estable en el tiempo. (Aguilar, 2002).

Capacidad de intercambio catiónico (CIC). Es la potencia que tiene el sustrato para retener e intercambiar cationes a un determinado pH. La fuerza de la carga positiva varía dependiendo del catión, permitiendo que uno reemplace a otro en una partícula de suelo cargada negativamente (Agropecstar, 2006).

Sustratos con alta capacidad de intercambio podrán almacenar mayores cantidades de N, P, K, elementos necesarios para el óptimo desarrollo de las plántulas. También existe menor riesgo de exceso de estos elementos, ya que el complejo de cambio puede absorber la abundancia de estos. Con sustratos de baja

capacidad de intercambio, las fertilizaciones deben ser tempranas y frecuentes (Pastor, 2000).

La fibra de coco

El sustrato de fibra de coco se elabora con el desfibramiento del mesocarpo de las cáscaras de coco, obteniéndose un sustrato de estructura granular homogénea, con alta porosidad total.

Posee elevada capacidad de aireación y retención de agua, baja densidad aparente, con un pH de 5 a 6 (ligeramente ácido) y con una estructura física altamente estable. Su apariencia es similar a la turba, siendo posible distinguir gran cantidad de fibras de coco en el sustrato Jasmin *et al.* (2003).

Por sus características, la fibra de coco permite una alta germinación, enraizamiento y un óptimo desarrollo de las plántulas. De igual manera, la fibra de coco permite disminuir los costos de transporte y almacenamiento, ya que su comercialización se realiza en fardos prensados, los que al ser mezclados con agua aumentan considerablemente su volumen total (Taveira, 2005).

Según Taveira, (2005), la fibra de coco es deficitaria en nitrógeno, por lo que requiere suplir este elemento químico con la fertilización. Asimismo, este sustrato presenta problemas debido a su acidez, pero puede ser un sustituto aceptable de la turba ya que presenta menor compactación y pérdida de volumen.

La fibra de coco tiene como ventaja que no se encuentra sujeto a los riesgos derivados del proceso de compostaje. Además, se encuentra exento de mala hierba, plagas y enfermedades, ya que es sometido a altas temperaturas durante su procesamiento industrial. posee características hidrófilas o de alta “remoabilidad”,

permitiéndole una significativa reducción de agua en el riego, obteniéndose una importante disminución en los costos de producción del vivero. (Taveira, 2005).

El mismo autor menciona que la comercialización se realiza en diferentes presentaciones, diferenciados principalmente por la textura, que pueden ser: granulada, fibrosa, mixta y en chips.

La fibra de coco granulada es un sustrato de textura fina, utilizado principalmente para la formación de plántulas en bandejas y tubetes. Se encuentra compuesta principalmente por partículas de 0,5 a 2 mm. Está indicado para especies de hortalizas, tales como: Tomate, Pimentón, Berenjena, entre otras. También puede ser usado en la producción de plantas de cítricos, plántulas de café, especies forestales y tabaco, entre otras.

La fibra de coco tipo fibrosa es un sustrato de textura gruesa, elaborado a partir del mesocarpo de coco, incorporando toda la porción fibrosa del mismo. Se destina a cultivos de plantas en recipientes de mayor tamaño (vasos, bolsas, jardineras), donde puede ser utilizado puro o en mezclas con otros sustratos. Se encuentra compuesto principalmente por partículas mayores a 2 cm. Es recomendado para plantas ornamentales epífitas, tales como Bromelias, Orquídeas y Anturios.

La fibra de coco mixta es de textura intermedia, combinando una porción granular y una fibrosa (50% de cada porción). Este sustrato está recomendado para el cultivo de plantas ornamentales en general, tales como Gerberas, Anturios, Begonias y Geranios.

2.3. Definición de términos básicos.

Café caturra. Coffea Arábica Caturra es una de las variedades de café más famosas del mundo y una de las más cultivadas en nuestro país. Según los expertos, este tipo de café combina sus altos rendimientos con una buena calidad de taza, el que le confiere un sabor muy agradable al ser consumido

Sustrato. La palabra sustrato se usa en agricultura para definir a todo material sólido, natural o de síntesis que colocado en un contenedor, en forma pura o mezcla, permite el desarrollo del sistema radical y el crecimiento del cultivo pudiendo éste intervenir o no en la nutrición de la planta.

Fibra de coco. Es un sustrato orgánico que se usa en hidroponía así como en otros sistemas de cultivos, como los tradicionales que se usa en a tierra. Su uso masivo es reciente, pero se ha experimentado con él desde la década de los 50 en el siglo pasado. Palma cocotera, de la cual se obtiene el coco

Plantones. Se refiere a cualquier árbol juvenil producido en un vivero, no necesariamente a partir de semillas

Vivero. Del latín vivarium, es un conjunto de instalaciones agronómicas en el cual se cultivan todo tipo de plantas hasta que alcanzan el estado adecuado para su distribución, venta o consumo propio.

Chanchamayo. La provincia de Chanchamayo es una de las nueve que conforman el departamento de Junín en el centro del Perú.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La fibra de coco influye en el crecimiento de los plántones café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman], "caturra") en la etapa de vivero bajo condiciones de Chanchamayo, Perú

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a. La fibra de coco influye en el crecimiento aéreo de la planta hasta los 120 días.
- b. La fibra de coco influye en el crecimiento radicular de la planta hasta los 120 días.
- c. La fibra de coco influye en el incremento de la biomasa de la planta

2.5. Identificación de Variables.

2.5.1. Variable independiente (X)

fibra de coco

2.5.2. Variable dependiente

- Crecimiento aéreo de la planta
- Crecimiento radicular de la planta
- Biomasa de la planta

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

Variable independiente	Dimensión	Indicador	Instrumento
Fibra de coco	Gramos	T0: 100% F de C T1: 80:20 F de C y arena T2: 60:40 F de C y arena T3: 40:60 F de C y arena T4: 20:80 F de C y arena	Balanza
Variable dependiente			
Crecimiento aéreo de los plántones	Crecimiento	Altura de la planta Diámetro del tallo	Flexómetro Vernier Balanza
Crecimiento radicular de los plántones	Crecimiento	longitud de la raíz Peso fresco de la raíz Peso seco de la raíz	Flexómetro Balanza Balanza
Biomasa de la planta	Crecimiento	Peso seco de la planta	Balanza

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es cuantitativa

3.2. Nivel de investigación

Nivel de investigación es aplicada; usando los conocimientos básicos para determinar el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente

3.3. Métodos de investigación

El método usado es el experimental por la manipulación de las variables. Siendo a la observación el instrumento de recolección de datos para evaluar el comportamiento de la planta ante el uso de la fibra de coco (variable independiente) y el efecto con el crecimiento de la planta (variable dependiente). El método experimental tiene aplicación cuando las unidades experimentales son homogéneas, es decir, la mayoría de los factores actúan por igual entre unidades experimentales

ya que nuestra investigación se realizó a nivel de vivero. Respetando la aleatorización de los tratamientos, y su replicación, (Gordón.y Camargo, 2015).

3.4. Diseño de investigación.

Se aplicó el (DCA) Diseño Completamente al azar; se consideró cada tratamiento como una unidad experimental, para que todas las unidades experimentales tuvieran igual probabilidad de recibir el tratamiento asignado usando cuatro repeticiones por tratamiento con la intención de validar los resultados y disminuir el error en las evaluaciones con el objetivo de tener registros imparciales de los promedios para cada tratamiento.

3.5. Población y muestra

Población: La población en estudio lo conforma 104 plántones de cafeto (5 Tratamientos x 4 repeticiones= 20 plantas) 20 x 4 evaluaciones = 80 plantas (+ 30% por pérdida de plantas por mortalidad y efecto de los bordes, se trabajó con 104 plantas)

Muestra: La muestra fue de 4 plantas por unidad experimental (Tratamiento) haciendo un total de 20 plantas por muestra del experimento.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se usó en la presente investigación fue la observación con la que se realizó el recojo de la información para dar respuesta a nuestro problema de estudio; y cómo instrumento de recolección de datos se usaron un flexómetro de metal milimetrado con error de 1 mm, la balanza de precisión con error de 0.01 g. y el vernier con error de 0.1mm; y para el registro de los datos se usaron las fichas técnicas de registro de datos.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se uso instrumentos apropiados y confiables para medir los indicadores de nuestra investigación, los cuales consistieron en fichas elaboradas específicamente para este fin y los instrumentos usados verificados su calibración para tener mayor precisión y veracidad de nuestros datos.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para procesamiento de los datos de las variables en estudio se realizó con la ayuda de fichas elaboradas para nuestra investigación, que consta de 07 columnas en las que se registró el número de tratamiento, el número de repetición y las fechas de las evaluaciones que se realizaron cada 30 días, para evaluar cada uno de los indicadores. La ficha se presenta en el anexo para mayor información.

3.9. Tratamiento estadístico.

El tipo de diseño de investigación que se aplicará será el DCA con cinco tratamientos y 4 repeticiones. Para el tratamiento estadístico se aplicará el Análisis de varianza, que es una técnica para análisis de datos de los promedios de los tratamientos, considerando la hipótesis nula, que todos los tratamientos son iguales, contra la hipótesis alterna, que al menos uno de los tratamientos es distinto a los demás, utilizando el siguiente formato:

El modelo aditivo lineal es:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = es la expresión de la fibra de coco

μ = es la media de la población.

α_i = efecto de los tratamientos (fibra de coco).

β_j = representa el efecto de las repeticiones.

e_{ij} = es el efecto del error.

Análisis de varianza

ANVA

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	fc			Signf
					5%	1%	
Tratamientos	4						
Error	15						
Total	19						

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La presente tesis, se desarrolló respetando los principios, enfoques éticos y epistemológicos que guiaron nuestra investigación. Respetando los derechos de autores de investigaciones citadas en nuestra investigación. De la misma manera damos fe que nuestros resultados es respuesta a los datos obtenidos en nuestra investigación; la cual se ejecutó bajo el paradigma epistemológico positivista de la investigación científica.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Lugar de ejecución de la tesis

La presente tesis, se realizó en el vivero experimental de la Filial La Merced, Escuela de Formación Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; ubicada en el distrito de Chanchamayo, Provincia de Chanchamayo y departamento de Junín.

A. Ubicación geográfica y política de la investigación

- Región : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : Chanchamayo
- Lugar : UNDAC Filial – Chanchamayo
- Altitud : 740 msnm.
- Coordenadas : 11°07'26''S, 75°21'35''

- Zona de Vida : bh-PT

4.1.2. Materiales y equipos de trabajo

A. Materiales de campo

- Ficha para colección de datos
- Azadón
- Rastrillo
- navaja
- Machete
- Wincha
- Baldes de plástico

B. Materiales de escritorio

- Cuaderno de campo
- Bolígrafos
- Reglas
- Plumones
- Papel bond 75 gr.
- Resaltador
- Memoria digital USB
- Plumón indeleble
- Etiquetas

C. Equipos

- Laptop
- Impresora

- Cámara digital
- Horno de secado
- Termómetro

D. Material biológico

- Plantones de cafeto
- Sustrato fibra de coco
- Arena

4.1.3. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Indicadores
T1	100% F de Coco (Testigo)
T2	80:20 F de Coco y arena
T3	60:40 F de Coco y arena
T4	40:60 F de Coco y arena
T5	20:80 F de Coco y arena

4.1.4. Distribución de las unidades experimentales

REPET.	TRATAMIENTOS				
1	T4	T3	T2	T1	T5
2	T5	T4	T3	T2	T1
3	T1	T2	T3	T4	T5
4	T2	T3	T4	T5	T1

Evaluación de las variables

Las evaluaciones de los indicadores se realizó cada 30 días, hasta los 120 días, extrayendo 4 plantas de cada tratamiento para evaluar:

Altura de la planta

Diámetro del tallo

Longitud de la raíz

Peso fresco de la raíz

Peso seco de la raíz

Peso fresco de la planta

Peso seco de la planta

A. Altura de planta (cm)

La medición se realizó cada 30 días, hasta los 120 días, midiendo la longitud de la planta desde el cuello de la planta hasta el ápice de la planta, utilizando un flexómetro (con 1 mm. de error) y se reportó la dimensión en centímetros

B. Diámetro del tallo

Se realizó con la ayuda del vernier (con 0.1 mm de error), realizando la medición a 15 cm del tallo. Las evaluaciones se realizaron cada 30 días, hasta los 120 días

C. Longitud de la raíz

La medición de la longitud de la raíz, se realizó cada 30 días, hasta los 120 días, midiendo el largo de raíz desde el cuello del tallo de la planta hasta la parte más distante de la raíz, utilizando un flexómetro (con 1 mm. de error) y se reportó la dimensión en centímetros

D. Peso fresco de la raíz

Se cortó la raíz de la planta y se lavó la tierra de las raíces, luego se secó las raíces para realizar el pesaje de ellas usando una balanza digital con 0.01 g de error se realizó el pesaje.

E. Peso seco de las raíces

Luego de realizar el peso fresco de las raíces, se procedió a colocarlas en bolsas de papel registrando el número de tratamiento y repetición, seguidamente se procedió a colocarlo en la cámara de secado del laboratorio de Biología de nuestra Filial por 48 horas a 60 grados centígrados

F. Peso fresco de la planta (g)

Se extrajo la planta de la bolsa de cultivo y se lavó la tierra de las raíces para realizar el pesaje de cada planta se secaron las plantas y con la ayuda de una balanza digital con 0.01 g de error se realizó el pesaje.

G. Peso seco de la planta (g)

Se realizó a los 120 días de cultivo, secando las plantas en la estufa de secado en el laboratorio de Biología de la Filial La Merced, el tiempo de secado programado en la secadora fue de 48 horas a 60 °C. Las muestras fueron etiquetadas por tratamiento y cada repetición.

4.1.5. Procedimiento y conducción del experimento

Para iniciar la investigación se germinó las plántulas en un germinador acondicionado para este fin, logrando el crecimiento de las plántulas a nivel de sombrerito, el tiempo de germinación duró aproximadamente 65 días hasta esta etapa.

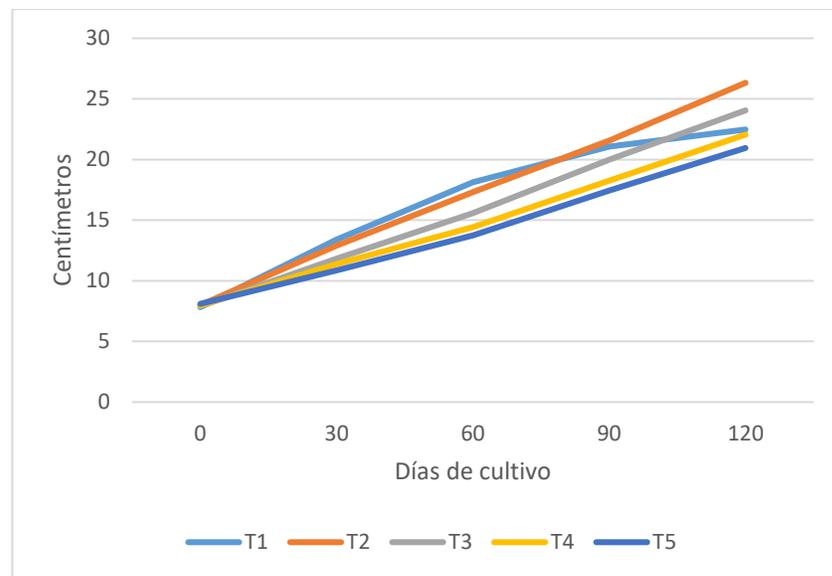
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

4.2.1. La Altura de la planta

La altura de las plantas por tratamiento se evaluó cada 30 días hasta los 120 días; la evolución de la altura de las plantas por tratamiento se presenta en el gráfico

01. Aquí observamos que el tratamiento T1 (Testigo 100% fibra de coco) es el que tiene la mayor altura de planta hasta los 60 días; seguido por el T2 (con la proporción de 80:20 de fibra de coco y arena), seguido por el T3 (con la proporción de 60:40 de fibra de coco y arena) y con menor altura de planta a los 60 días presenta los tratamientos T4 y T5 (con la proporción 40:60 y 20:80 de fibra de coco y arena respectivamente) para luego a los 120 días sobresale con mayor altura de planta el T2, seguido por T3 y muy juntos siguen los tratamientos T4 y T1 y en último lugar se encuentra el tratamiento T5 con menor fibra de coco.

Gráfico 1. Evolución de la altura de los plantones de café hasta los 120 días de cultivo



El análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta a los 120 días de cultivo se presenta en la tabla 4.1; los datos de muestran en el anexo 01; en esta tabla observamos que el Fc, reporta el valor de 13.657, valor superior al Ft al 5 y 1%, (3.056 y 4.893 respectivamente) lo que nos indica que existe una diferencia altamente

significativa entre los tratamientos; afirmando que los promedios de los tratamientos son diferentes entre sí.

Tabla 4.1. Evaluación de la altura de las plantas (cm) de café (*coffea arabica* var. *Caturra*) por tratamiento a los 120 días de cultivo

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
tratam	4	69.58	17.39	13.657	3.056	4.893	* *
Error	15	19.10	1.27				
Total	19	88.682					
	% CV	4.87		DS	2.16		

Asimismo, se observa que el coeficiente de variación es de 4.87%, lo que nos indica que existe poca variación de los datos entre tratamientos y sus repeticiones. Por lo tanto, el coeficiente de variación es un valor muy bueno, reportado por Patel et al. (2001) por encontrarse el experimento, en el rango 10 a 12% ; de igual manera, según Pimentel (1985) nuestro CV se considera bajo por ser inferior al 10%

Al mostrar una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, se realizó la prueba estadística de tukey al 5%, se presenta en la tabla 4.2 observamos que se forman tres sub grupos en base a sus similitudes de altura de la planta, encontrándose a los 120 días de cultivo, se forman tres subgrupos integrando el sub grupo (a) con mayor altura de planta los tratamientos T2 y T3 con una significación estadística para este subgrupo de 0.077, valor de significancia muy bajo, lo que nos indica que tendría una probabilidad del 7% (valor muy alejado de la unidad 1.00) para tener valores similares de altura de planta usando cualquiera de las dosis de fibra de coco.

En el subgrupo (b) se encuentran los tratamientos T3, T1 y T4 con una significancia de 0.141, igualmente muy alejado de la unidad (1.000) lo que nos indica

que existe poca probabilidad 14% para obtener valores similares usando cualquiera de los tratamientos de fibra de coco.

En el subgrupo (c) se encuentran los tratamientos T1, T4 y T5, con una significación de 0.353, lo que nos indica que muy a pesar, que se encuentran los tratamientos en un mismo subgrupo, el efecto de la fibra de coco para obtener mayor altura de planta es del 35% para tener la misma altura de planta

Tabla 4.2. Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 120 días de cultivo

HSD Tukey ^a				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T2: 80:20 F Coco:Arena	4	26.33		
T3= 60:40 F Coco:Arena	4	24.05	24.05	
T1= 100% F de Coco	4		22.48	22.48
T4= 40_60 F de Coco:Arena	4		22.05	22.05
T5= 20:80 de Coco:Arena	4			20.95
Sig.		.077	.141	.353

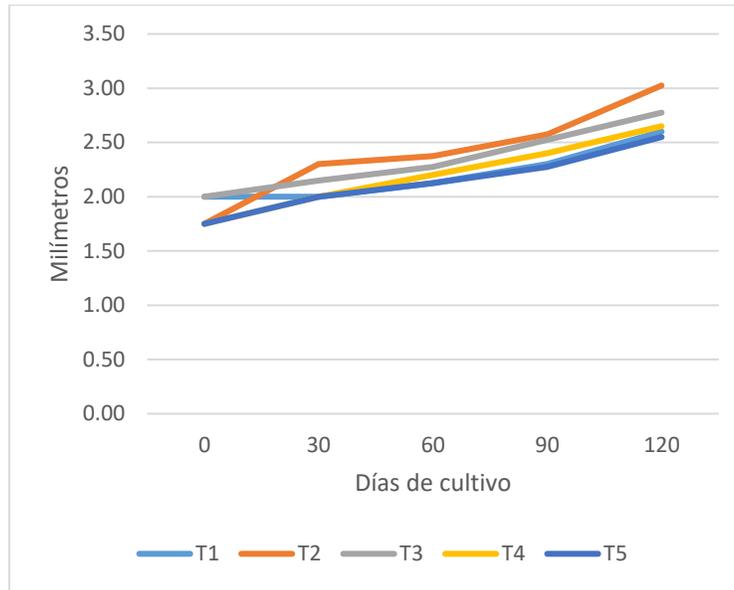
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.2.2. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo de las plantas se evaluó cada 30 días a partir de los 30 días hasta los 120 días de cultivo; la evolución del incremento del diámetro se presenta en el gráfico 02. Allí, podemos observar que T2: 80:20 F Coco : Arena,, tiene mayor altura de planta desde los 30 días de cultivo , hasta el final de la investigación, seguido por el tratamiento T3= 60:40 F Coco : Arena, quien disminuye su crecimiento a los 90 días de cultivo; luego los tratamientos T4, T5 y T1 tienen curva de crecimiento parecidos.

Gráfico 2. Evolución del diámetro del tallo



El ANVA para el diámetro del tallo se presenta en la tabla 4.3; aquí podemos observar que el Fc. es de 13.960, valor superior al Ft al 5 y 1%. Afirmando que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y por lo tanto los tratamientos con fibra de coco influyen en el diámetro del tallo de las plantas de café a nivel de vivero. De igual manera se observa que se obtuvo el valor de 3.74% de coeficiente de variación, porcentaje muy bueno de acuerdo a Patel et al. (2001) por encontrarse el coeficiente de variación dentro del rango de 10 a 12%. Asimismo, según Pimentel (1985) nuestro CV se considera bajo por ser inferior al 10%

Tabla 4.3. ANVA para el diámetro del tallo a los 120 días

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
tratamientos	4	0.58	0.14	13.960	3.056	4.893	**
Error	15	0.16	0.01				
Total	19	0.7320					
	% CV	3.74		DS	0.20		

Al tener como resultado en el ANVA una respuesta altamente significativa entre los tratamientos, se realizó la prueba estadística de Tukey al 5% para determinar

que tratamiento tiene mayor valor entre ellos. Lo presentamos en la tabla 4.4. Aquí podemos observar que se forman tres sub grupos, encontrándose en el subgrupo (a) con mayor diámetro de tallo solo el T2: con la proporción de 80:20 de Fibra de Coco : Arena, con 3.03 mm, el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T3, T4 y T1 con T3= 60:40 Fibra de Coco : Arena con 2.78 mm; T4= 40:60 Fibra de Coco : Arena y T1= 100% Fibra de Coco con diámetro de tallo de 2.78. 2.65 y 2.60 mm. respectivamente. En el sub grupo (c) se encuentran los tratamientos T4, T1 y T5 con las proporciones de T4= 40:60 de Fibra de Coco : Arena; T1= 100% Fibra de Coco y T5= 20:80 de Coco : Arena. Afirmando que los mejores tratamientos para obtener mejor diámetro de tallo en las plantas de café son usando las proporciones de los tratamientos T2 y T3.

Tabla 4.4. Prueba estadística de Tukey al 5% para el diámetro del tallo a los 120 días de cultivo

HSD Tukey ^a		Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamientos	N	a	b	c
T2: 80:20 F Coco:Arena	4	3.03		
T3= 60:40 F Coco:Arena	4		2.78	
T4= 40_60 F de Coco:Arena	4		2.65	2.65
T1= 100% F de Coco	4		2.60	2.60
T5= 20:80 D de Coco:Arena	4			2.55
Sig.		1.000	.159	.642

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

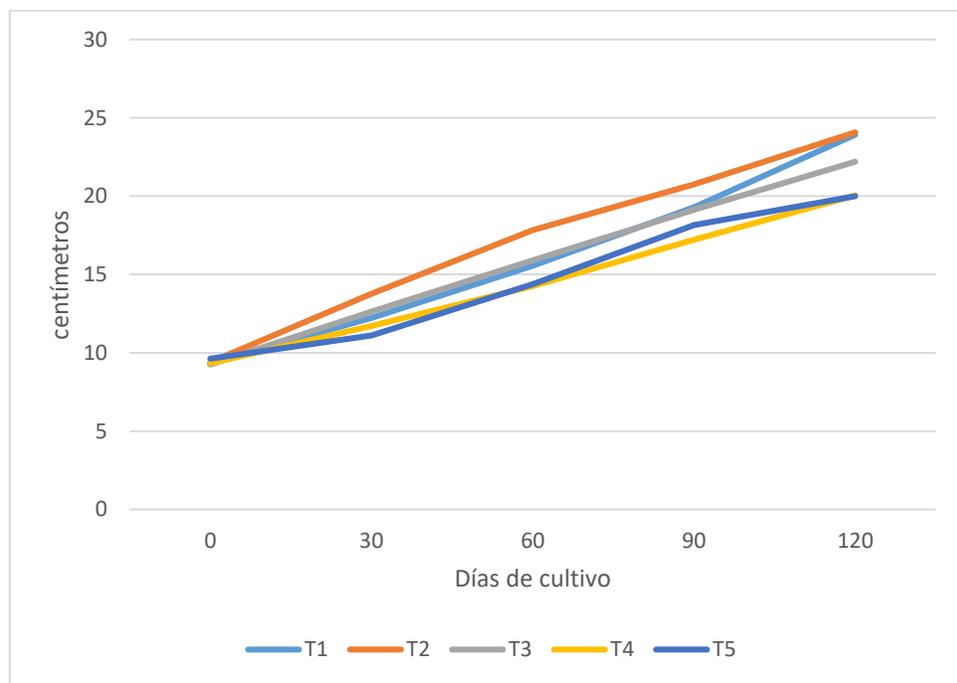
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.2.3. Longitud de la raíz

La evaluación de la longitud de las raíces en las plantas se realizó cada 30 días a partir de los 30 días hasta los 120 días de cultivo; la evolución del incremento

la longitud de las raíces en las plantas se presenta en el gráfico 03. Allí, podemos observar que todos los tratamientos tienen un incremento la longitud de las raíces y se acelera a partir de los 30 días de cultivo para todos los tratamientos, sobresaliendo el T2: 80:20 F de C y arena, desde el inicio y hasta el final de la investigación, seguido por el T1: 100% F de Coco, luego el T3: 60:40 F de Coco y arena seguido del T4: 40:60 F de C y arena y al final el T5: 20:80 F de Coco y arena; cabe señalar el crecimiento de las raíces fue casi paralelo para cada tratamiento con algunos acercamientos en el crecimiento desde los 30 a los 90 días de cultivo para los T3 y T5.

Gráfico 3. *Evolución de la longitud de la raíz en las plantas*



El ANVA para la longitud de las raíces a los 120 días de cultivo, se presenta en la tabla 4.5. Aquí podemos observar que el Fc es de 16.799, valor superior al Ft al 5 y 1%. Por lo que afirmamos que existe una diferencia altamente significativa entre

los tratamientos. Indicándonos que la fibra de coco influye en la longitud de la raíz en las plantas de café a nivel de vivero y que los tratamientos son diferentes entre si.

El coeficiente de variación fue de 4.40%. porcentaje muy bueno según Patel et al. (2001) por encontrarse el coeficiente de variación dentro del rango de 10 a 12%. Igualmente, Pimentel (1985) considera valor bajo al coeficiente de variación cuando es inferior al 10%

Tabla 4.5. ANVA para la longitud de las raíces en las plantas a los 120 días de cultivo

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	63.37	15.84	16.799	3.056	4.893	* *
Error	15	14.14	0.94				
Total	19	77.51					
	% CV	4.40		DS	2.02		

La prueba estadística de tukey se presenta en la tabla 4.6. observamos que se ha formado dos sub grupos (a y b) en el sub grupo “a” con mayor longitud de raíz se encuentran los tratamientos T2, T1, y T3, con una significancia de 0.096, valor muy lejos de la unidad (1.000) lo que nos indica que a pesar de encontrarse estos tratamientos en un mismo sub grupo, sus efectos no son similares teniendo una probabilidad de ser iguales del 1%; en subgrupo “b” se encuentran los tratamientos T4 y T5, con una significancia de 1.000 lo que nos indica que usándose las proporciones de fibra de coco de estos tratamientos se tendría similares longitud de raíz.

Tabla 4.6. Prueba estadística de Tukey al 5% para la longitud de la raíz en las plantas a los 120 días

HSD Tukey ^a			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
T2: 80:20 F Coco:Arena	4	24.08	
T1= 100% F de Coco	4	23.93	
T3= 60:40 F Coco:Arena	4	22.20	
T4= 40_60 F de Coco:Arena	4		20.05
T5= 20:80 F. de Coco:Arena	4		20.00
Sig.		.096	1.000

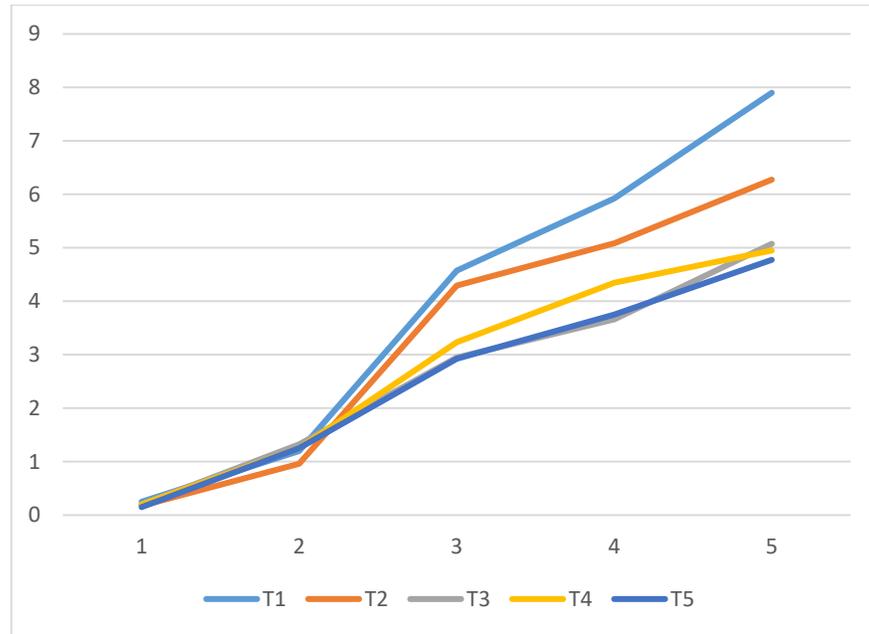
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.2.4. Peso fresco de la raíz

La evaluación del peso fresco de la raíz en las plantas de café a nivel de vivero se realizó cada 30 días a partir de los 30 días hasta los 120 días de cultivo; la evolución del peso de las raíces se presenta en el gráfico 04. Aquí, observamos que la evolución del peso fresco de las raíces se incrementa a partir de los 20 días de cultivo, destacando con el mayor peso fresco el T5 hasta el final de la investigación, seguido por el T2 y luego le siguen los tratamientos T4, T3 y T5. Teniendo el T5 y T3 incremento de pesos parecidos a lo largo de la investigación.

Gráfico 4. Evolución del peso fresco de la raíz de las plantas



El ANVA se presenta en la tabla 4.7. Observamos que el Fc es de 39.511, valor significativamente superior al Ft al 5 y 1%. Por lo que afirmamos que hay una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Indicándonos que las proporciones de fibra de coco como sustrato para el incremento de peso fresco en las raíces en los tratamientos son diferentes entre sí.

El coeficiente de variación reporta el 7.23%. considerado como un valor bueno, de acuerdo con Patel et al. (2001) quien manifiesta que el CV es bueno cuando se encuentra en el rango 10 a 12% y según Pimentel (1985) el CV se considera medio por encontrarse en el rango de 10 a 20%.

Tabla 4.7. ANVA para el peso fresco de las raíces a los 120 días de cultivo

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	27.74	6.93	39.511	3.056	4.893	**
Error	15	2.63	0.18				
Total	19	30.3695					
	% CV	7.23		DS	1.26		

Al realizar la Prueba estadística de Tukey al 5%, que se presenta en la tabla 4.8, observamos que se forman 3 subgrupos de acuerdo al mayor promedio entre los tratamientos, vemos que en el subgrupo “a” se encuentra solo el T1= 100% F de Coco, con el mayor peso fresco de raíz, en el subgrupo “b” se encuentra el tratamiento T2: 80:20 Fibra de Coco : Arena; y, en el subgrupo “c” se encuentran los tratamientos T3= 60:40 F Coco : Arena, T4= 40_60 Fibra de Coco : Arena y T5= 20:80 Fibra de Coco : Arena y con un nivel de significancia de .846, lo que nos indicaría que usando cualquiera de estos porcentajes de sustrato de fibra de coco se tendría una probabilidad del 86% para obtener los mismos valores.

En general la prueba de Tukey nos indica que la mejor dosis para obtener peso fresco de la raíz es el T1.

Tabla 4.8. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso fresco de la raíz a los 120 días de cultivo

Tratamientos	N	HSD Tukey ^a		
		Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T1= 100% F de Coco	4	7.90		
T2: 80:20 F Coco:Arena	4		6.28	
T3= 60:40 F Coco:Arena	4			5.08
T4= 40_60 F de Coco:Arena	4			4.95
T5= 20:80 F de Coco:Arena	4			4.78
Sig.		1.000	1.000	.846

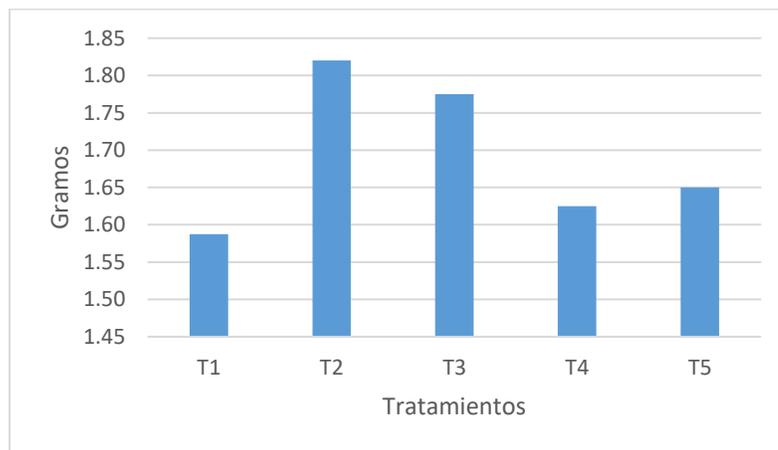
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.2.5. Peso seco de la raíz

La evaluación del peso seco de la raíz se realizó al final de la investigación (120 días), el gráfico comparativo del peso seco de la raíz por tratamiento se presenta en el gráfico 05. Allí, podemos observar que el mayor peso seco de la raíz lo presenta el tratamiento T2: 80:20 Fibra de Coco : Arena, seguido de cerca por el T3= 60:40 F Coco : Arena, con valores parecidos luego con menores pesos se encuentran los tratamientos T1, T4 y T5.

Gráfico 5. Peso seco de la raíz por tratamientos



El ANVA se presenta en la tabla 4.9. Aquí observamos que el Fc es de 5.069, valor superior al Ft al 5 y 1%. Afirmando que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y que el sustrato fibra de coco tiene efecto sobre el peso seco de las raíces y que los promedios de los tratamientos son diferentes entre si.

El coeficiente de variación fue de 5.28%. Según Patel et al. (2001) es bueno por encontrarse en el rango 10 a 12%.

Tabla 4.9. ANVA para el peso seco de las raíces

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	0.16	0.04	5.069	3.056	4.893	* *
Error	15	0.12	0.01				
Total	19	0.281455					

Al determinar que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, se realizó la Prueba estadística de Tukey al 5%, y lo presentamos en la tabla 4.10, aquí observamos que igualmente se forman 2 subgrupos ordenándose de acuerdo al mayor valor entre los tratamientos, observamos que en el subgrupo “a” se encuentra los tratamientos T2, T3, T4 y T4; pero con un nivel de significancia de 0.050, valor muy alejado del valor ideal (1.000), indicando que solo se tendría una probabilidad del 5% de tener valores similares usando cualquiera de esos tratamientos; en el subgrupo “b” se encuentran los tratamientos T3, T5, T4 y T1 , con una significancia de 0.062, igualmente es un valor alejado de la unidad (1.000), lo que indica que los porcentajes usados del sustrato fibra de coco para esos tratamientos solo tienen una probabilidad del 6% para tener valores similares.

Por lo que, en base a los resultados de la prueba de Tukey, podemos afirmar que la mejor dosis para obtener el mayor peso seco de la raíz es la proporción del T2: 80:20 Fibra de Coco : Arena

Tabla 4. 10. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso seco de la raíz

HSD Tukey ^a			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
T2: 80:20 F Coco:Arena	4	1.82	
T3= 60:40 F Coco:Arena	4	1.78	1.78
T5= 20:80 F de Coco:Arena	4	1.65	1.65
T4= 40_60 F de Coco:Arena	4	1.63	1.63
T1= 100% F de Coco	4		1.59
Sig.		.050	.062

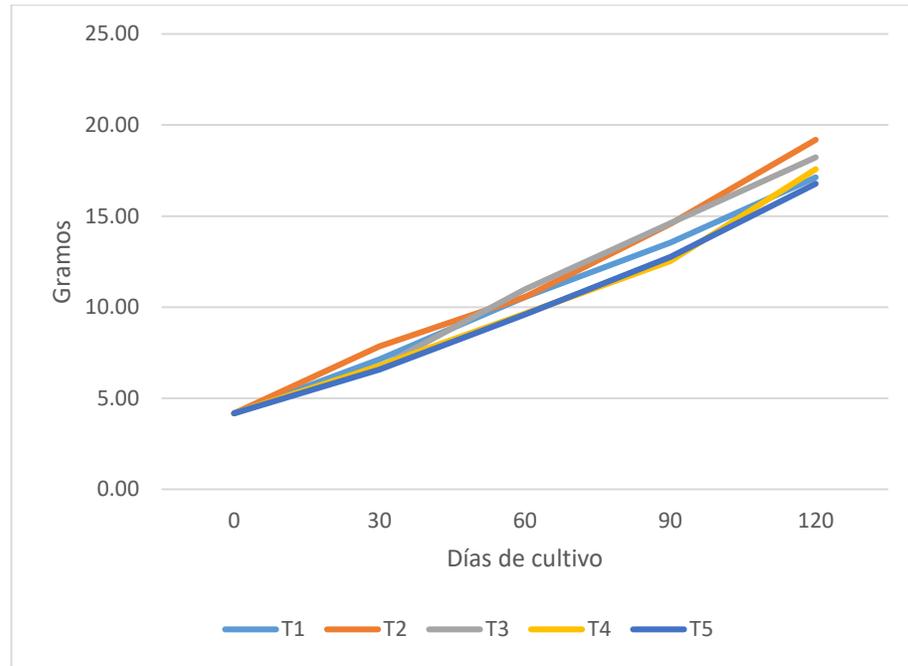
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.2.6. Peso fresco de la planta

La evaluación del peso fresco de las plantas de café a nivel de vivero se realizó cada 30 días a partir de los 30 días hasta los 120 días de cultivo; su evolución del peso fresco de las plantas se presenta en el gráfico 06. Observamos que la evolución del peso fresco de las plantas se incrementa a desde el inicio del cultivo, destacando con el mayor peso fresco el T2 hasta el final de la investigación, pero todos los tratamientos tienen un incremento casi en paralelo con el T3. T4, T5 y finalmente el T1 (pura fibra de coco)

Gráfico 6. Evolución del peso fresco de las plantas



El ANVA se presenta en la tabla 4.11. Observamos que el Fc es de 13.852, valor relativamente superior al Ft al 5 y 1%. Afirmando que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Lo que nos indica que las proporciones de fibra de coco como sustrato para el incremento de peso fresco en las plantas para los tratamientos son diferentes entre sí.

El coeficiente de variación reporta el 2.89%. considerado como un valor bueno, de acuerdo con Patel et al. (2001) quienes manifiestan que el CV es bueno cuando se encuentra en el rango 10 a 12% Indicando que no hay mucha variación de los datos en las evaluaciones realizadas para los tratamientos y sus repeticiones.

Tabla 4. 11. ANVA para el peso fresco de las plantas a los 120 días de cultivo

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
tratamientos	4	14.67	3.67	13.852	3.056	4.893	* *
Error	15	3.97	0.26				
Total	19	18.6399					
	% CV	2.89		DS	0.99		

Al tener una diferencia altamente significativa en la prueba del análisis de varianza, se realizó la Prueba estadística de Tukey al 5%, que se presenta en la tabla 4.12, aquí observamos que se forman 3 subgrupos de acuerdo al mayor promedio entre los tratamientos, vemos que en el subgrupo “a” se encuentran los tratamientos T2: 80:20 Fibra de Coco : Arena y T3= 60:40 Fibra de Coco : Arena, con el mayor peso fresco de las plantas con un nivel de significación de 0.110, un valor muy alejado de la unidad (1.000) indicando que existe mucha diferencia entre estos tratamientos para obtener los mismos resultados usando cualquiera de las concentraciones de esos tratamientos; en el subgrupo “b” se encuentra los tratamientos T3= 60:40 F Coco : Arena, T4= 40_60 Fibra de Coco : Arena y T1= 100% F de Coco, con un nivel de significación de 0.056, un valor muy alejado de la unidad (1.000) indicando que existe mucha diferencia entre estos tratamientos para obtener los mismos resultados usando cualquiera de las concentraciones de esos tratamientos y solo se obtendría una probabilidad de 0.5% de tener valores similares; y, en el subgrupo “c” se encuentran los tratamientos T4= 40 : 60 de Fibra de Coco : Arena, T1= 100% F de Coco y T5= 20 : 80 de Fibra de Coco : Arena y con un nivel de significancia de .232, lo que nos indicaría que usando cualquiera de estos porcentajes de sustrato de fibra de coco se tendría una probabilidad del 22% para obtener los mismos valores.

En general la prueba de Tukey nos indica que la mejor dosis para obtener peso fresco de las plantas es T2: 80:20 Fibra de coco : Arena

Tabla 4. 12. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso fresco de la planta a los 120 días de cultivo

HSD Tukey ^a				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T2: 80:20 F Coco:Arena	4	19.19		
T3= 60:40 F Coco:Arena	4	18.23	18.23	
T4= 40_60 F de Coco:Arena	4		17.58	17.58
T1= 100% F de Coco	4		17.13	17.13
T5= 20:80 F de Coco:Arena	4			16.78
Sig.		.110	.056	.232

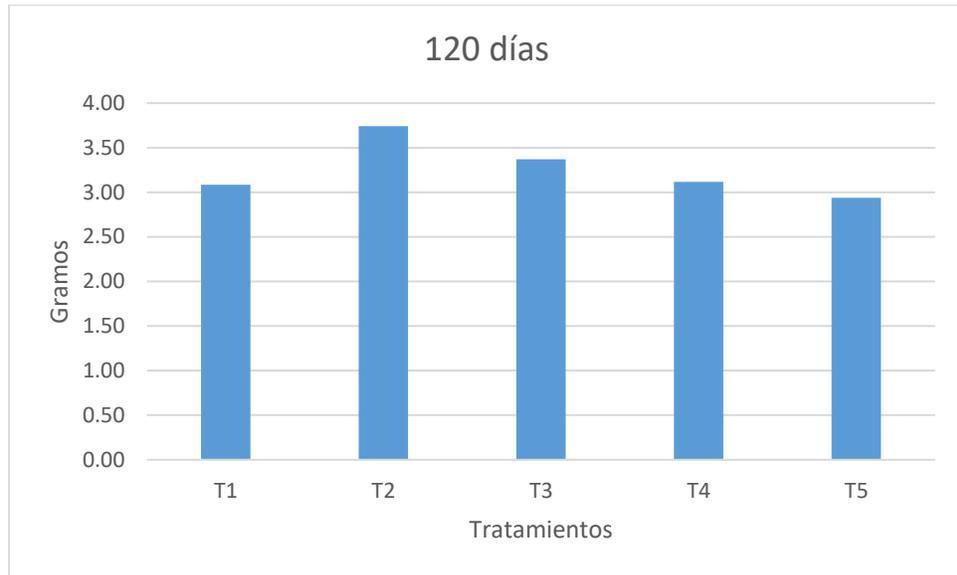
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.2.7. Peso seco de las plantas

La evaluación del peso fresco de las plantas de café a nivel de vivero se realizó a los 120 días de cultivo; el comparativo del peso seco de las plantas se presenta en el gráfico 07. Observamos que el mayor peso seco de las plantas se presenta en el T2, pero todos los tratamientos tienen un incremento casi en paralelo con el T3. T4, T5 y finalmente el T1 (pura fibra de coco)

Gráfico 7. Peso seco de las plantas a los 120 días



El ANVA se presenta en la tabla 4.13. Observamos que el Fc es de 10.722, valor relativamente superior al Ft al 5 y 1%. Afirmando que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Lo que nos indica que las proporciones de fibra de coco como sustrato para el incremento de peso seco en las plantas para los tratamientos son diferentes entre sí.

El coeficiente de variación reporta el 5.94%. considerado como un valor bueno, de acuerdo con Patel et al. (2001) quienes manifiestan que el CV es bueno cuando se encuentra en el rango 10 a 12% Indicando que no hay mucha variación de los datos en las evaluaciones realizadas para los tratamientos y sus repeticiones.

Tabla 4.13. ANVA para el peso seco de las plantas a los 120 días de cultivo

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
tratamientos	4	1.60	0.40	10.722	3.056	4.893	**
Error	15	0.56	0.04				
Total	19	2.1586					
	% CV	5.94		DS	0.34		

Al tener una diferencia altamente significativa en la prueba del análisis de varianza, se realizó la Prueba estadística de Tukey al 5%, que se presenta en la tabla 4.14, aquí observamos que se forman 3 subgrupos de acuerdo al mayor promedio entre los tratamientos, vemos que en el subgrupo “a” se encuentran los tratamientos T2: 80:20 Fibra de Coco : Arena y T3= 60:40 Fibra de Coco : Arena, con el mayor peso seco de las plantas con un nivel de significación de 0.098, un valor muy alejado de la unidad (1.000) indicando que existe mucha diferencia entre estos tratamientos para obtener los mismos resultados usando cualquiera de las concentraciones de esos tratamientos; en el subgrupo “b” se encuentra los tratamientos T3= 60:40 F Coco : Arena, T4= 40_60 Fibra de Coco : Arena y T1= 100% F de Coco, con un nivel de significación de 0.272, igualmente es un valor alejado de la unidad (1.000) indicando que existe mucha diferencia entre estos tratamientos para obtener los mismos resultados usando cualquiera de las concentraciones de esos tratamientos y solo se obtendría una probabilidad de 0.5% de tener valores similares; y, en el subgrupo “c” se encuentran los tratamientos T4= 40 : 60 de Fibra de Coco : Arena, T1= 100% F de Coco y T5= 20 : 80 de Fibra de Coco : Arena y con un nivel de significancia de .682, lo que nos indicaría que usando cualquiera de estos porcentajes de sustrato de fibra de coco se tendría una probabilidad del 62% para obtener los mismos valores.

En general la prueba de Tukey nos indica que la mejor dosis para obtener peso seco de las plantas es T2: 80:20 Fibra de coco : Arena y el T3= 60:40 Fibra de Coco : Arena.

Tabla 4.14. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso seco de la planta a los 120 días de cultivo

HSD Tukey ^a				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T2: 80:20 F Coco:Arena	4	3.74		
T3= 60:40 F Coco:Arena	4	3.37	3.37	
T4= 40_60 F de Coco:Arena	4		3.12	3.12
T1= 100% F de Coco	4		3.09	3.09
T5= 20:80 D de Coco:Arena	4			2.94
Sig.		.098	.272	.682

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.3. Prueba de Hipótesis

La prueba de hipótesis de nuestra investigación, se realizó a partir de las hipótesis planteadas.

Es así que tenemos:

Ha : La fibra de coco influye en el crecimiento de los plántones café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman], "caturre") en la etapa de vivero bajo condiciones de Chanchamayo, Perú

Ho : La fibra de coco no influye en el crecimiento de los plántones café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman], "caturre") en la etapa de vivero bajo condiciones de Chanchamayo, Perú

Regla de decisión

Si $f_c \leq f_t$, se acepta la H_0 , y se rechaza la H_a

Si $f_c > f_t$, se rechaza la H_0 , y se acepta la H_a

4.3.1. Prueba de hipótesis para las variables evaluadas

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
Altura de la planta	4.87	13.657	3.056	4.893	Se acepta la Ha al 5 y 1%
Diámetro del tallo	3.74	13.960	3.056	4.893	Se acepta la Ha al 5 y 1%
Longitud de raíz	4.40	16.799	3.056	4.893	Se acepta la Ha al 5 y 1%
Peso Fresco de raíz	7.23	39.511	3.056	4.893	Se acepta la Ha al 5 y 1%
Peso seco de raíz	5.28	5.069	3.056	4.893	Se acepta la Ha al 5 y 1%
Peso fresco de planta	2.89	13.852	3.056	4.893	Se acepta la Ha al 5 y 1%
Peso seco de planta	5.94	10.722	3.056	4.893	Se acepta la Ha al 5 y 1%

4.4. Discusión de resultados

Este estudio evaluó la influencia de diferentes proporciones del sustrato fibra de coco en el crecimiento de los plántones café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman], "caturra") en la etapa de vivero bajo condiciones de Chanchamayo, Perú. Se compararon los resultados obtenidos con investigaciones previas, identificando similitudes y diferencias en las variables de altura, longitud de hoja, diámetro del tallo y peso fresco y seco de la raíz así como el peso fresco y seco de la planta.

En relación con la altura de la plántula, los tratamiento T2: 80:20 Fibra de Coco : Arena y el T3= 60:40 Fibra de Coco : Arena mostraron los mejores resultados con 26.33 y 24.05 cm, superando los 17.8 cm registrados por Adriano et al. (2011) en Chiapas, México. Nuestros resultados también son superiores al obtenido por Centeno, Cuadra y Ávila (2014) en Ecuador, donde se registró una altura de 6.3 cm. La variación en los resultados podría atribuirse a factores como la variedad de café, las condiciones edafoclimáticas y la etapa de desarrollo de las plántulas. El coeficiente de variación (CV) para la altura de planta fue de 4.87%, el cual es una medida de la dispersión de los datos, expresada como un porcentaje de la media

aritmética (Patel et al., 2001). Un CV bajo indica que los datos están agrupados cerca de la media, mientras que un CV alto sugiere una mayor dispersión.

Patel et al. (2001) establecen que los rangos aceptables de CV varían según el tipo de experimento: 6-8% para evaluación de cultivares, 10-12% para fertilización y 13-15% para ensayos de evaluación de plaguicidas. En este caso, dado que el CV se encuentra dentro del rango aceptable para la evaluación de cultivares, se puede considerar que existe poca dispersión de los datos entre los tratamientos, lo que sugiere un alto nivel de confiabilidad en los resultados del experimento.

El tratamiento T2: 80:20 Fibra de coco : Arena obtuvo el mejor resultado en el diámetro del tallo con 3.03 mm, superando los 2.52 mm registrados por Centeno, Cuadra y Ávila (2014) en Nicaragua. La variación en los resultados podría estar relacionada con la ubicación geográfica y la variedad de café utilizada en cada estudio así como a las condiciones edafoclimáticas de Chanchamayo por tener condiciones de ser zona muy húmeda, lo que ayuda al crecimiento de las plantas.

En comparación con los resultados de Sotelo & Téllez (2007), quienes observaron un crecimiento favorable en plántones de café caturra utilizando diferentes porcentajes de humus de lombriz y compost, nuestro estudio obtuvo una altura de planta mayor (26.33 cm) utilizando una mezcla de 80% fibra de coco y 20% arena (T2).

Sotelo & Téllez (2007) reportaron alturas promedio de 29.46, 26.13 y 30.71 cm para plántones cultivados en sustratos con 25%, 50% y 75% de compost, respectivamente. En sustratos con humus de lombriz, las alturas promedio fueron de 20.08, 19.40 y 29.04 cm.

En comparación con los hallazgos de Encalada et al. (2018), quienes estudiaron el crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. variedad caturra en condiciones de vivero, nuestros resultados de altura de planta muestran similitudes. Encalada et al. reportaron una mayor altura de planta a los 81 días de cultivo en los tratamientos T13 (fosfoestiercol + sustrato), T5 (bocashi + sustrato), T10 (humus de lombriz + sustrato) y T9 (humus de lombriz + sustrato), con longitudes promedio de 22.78, 21.99, 20.32 y 20.20 cm, respectivamente. En nuestro estudio, a los 90 días, el tratamiento T2 logró una altura de planta de 21.58 cm, lo que se acerca a los valores reportados por Encalada et al.

La mayor altura de planta en nuestro estudio podría atribuirse a las propiedades de la fibra de coco, que promueve el desarrollo de raíces secundarias, mejorando la absorción de nutrientes del suelo.

Al evaluar el diámetro de tallo a los 120 días de cultivo, se reporta el mayor valor para el T2 con 80:20 de Fibra Coco : Arena, con 3.03 mm de diámetro, valor distante al resto de los tratamientos. Mientras que Mamani (2013) en su investigación analizó el crecimiento de dos variedades de café *Coffea arabica* L. (IA PAR-59 y Paraíso MG) bajo tres métodos de producción distintos: almaciguera tradicional, bolsa o maceta y tubete. Sus hallazgos indicaron que los diferentes métodos de producción no tuvieron un impacto significativo en el desarrollo del diámetro del tallo. Sin embargo, la variedad Paraíso MG cultivada en almaciguera tradicional (a1b1) mostró el mayor diámetro de tallo, alcanzando los 3.32 mm. Este valor es ligeramente superior a los datos que hemos obtenido.

Jara (2017), investigó el impacto de la materia orgánica en la producción de plantones de café variedad Catimor en un vivero. Se utilizaron diferentes proporciones de tierra agrícola, compost y humus de lombriz de tierra. Los resultados mostraron que el diámetro del tallo fue homogéneo en todos los tratamientos, sin diferencias estadísticas significativas entre los promedios. Sin embargo, se observó un mayor diámetro de tallo de 3.51 mm en comparación con el grupo control; valor superior a nuestro datos ya que nosotros obtuvimos el mayor diámetro con 3.30 mm, Esto puede ser ocasionado por el tipo de sustrato usado en comparación a nuestra investigación que solo se usó la fibra de coco y arena.

En la variable longitud de la raíz, los tratamientos T2: 80:20 Fibra de coco : Arena, T1= 100% Fibra de Coco y el T3= 60:40 Fibra de Coco : Arena presentaron mejores resultados con 24.08, 23.93 y 22.20 cm respectivamente, superando los 11.7 cm reportados por Adriano et al. (2011). Esta diferencia podría deberse a la influencia del sustrato fibra de coco que retiene mayor cantidad de agua y facilita su drenaje, según Taveira (2005) el sustrato de fibra de coco posee características hidrófilas o de alta “remoabilidad”, lo que permite una significativa reducción de la cantidad de agua requerida en el riego, obteniéndose una importante disminución en los costos de producción del vivero. Vasquez (2016) manifiesta que la fibra de coco contiene sales ricas en fósforo y potasio. Es decir, las sales son naturales y particularmente el potasio y sodio en forma de cloruro es el que eleva la conductividad, lo que facilita el transporte de nutrientes de las raíces a las plantas; asimismo, la fibra de coco finamente fragmentado estimula la generación de microorganismos que descomponen la materia orgánica y generan la elaboración de hormonas como las

auxinas y giberelinas que estimulan el crecimiento del sistema radical para que sea más fuerte y vigoroso.

La prueba estadística de Tukey para Al realizar la mezcla de la Fibra de Coco y Arena en la proporción de 80:20 (T2), tuvo los mejores resultados para la altura de planta, el diámetro de tallo, longitud de la raíz el peso seco de la raíz, peso fresco y seco de las plantas; presumiendo que esta proporción de fibra de coco y arena, le otorga un equilibrio al sustrato ofreciendo buena retención de humedad y drenaje, generando un entorno óptimo para el desarrollo de las raíces y el crecimiento de las plantas. Asimismo, podemos sugerir que esta proporción 80:20, por la buena aireación y el drenaje previenen la aparición de enfermedades causadas por el exceso de humedad, Vasquez (2016).

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos al evaluar el efecto de la fibra de coco en el crecimiento de café (*Coffea arabica* var. *laurina* [Smeathman], "caturra"), en etapa de vivero bajo condiciones de Chanchamayo.

Se concluye en lo siguiente:

- Para determinar la influencia de la fibra de coco en el crecimiento aéreo de las plantas de café se evaluó la altura de la planta y el diámetro del tallo, el ANVA determinó que existe una diferencia altamente significativa y el mejor tratamiento fue para el T2 con 80:20 de fibra de coco y arena reportando los mayores valores de 23.33 cm para la altura de planta y 3.03 mm para el diámetro del tallo. Por lo que se concluye que la fibra de coco influye en el crecimiento aéreo de las plantas de café
- Para determinar la influencia de la fibra de coco en el crecimiento radicular de la planta hasta los 120 días, se evaluó la longitud, peso fresco y seco de la raíz. El ANVA determinó que existe una diferencia altamente significativa para los parámetros evaluados y el mejor tratamiento igualmente fue para el T2. Por lo que se concluye que la fibra de coco influye en el crecimiento radicular de las plantas de café a nivel de vivero.
- Para determinar la influencia de la fibra de coco en el incremento de la biomasa de las plantas de café se evaluó el peso seco de las plantas El ANVA determinó que existe una diferencia altamente significativa para el peso seco de las plantas y el mejor tratamiento fue con el T2. Por lo que se concluye que la fibra de coco influye en el incremento de la biomasa de las plantas de café a nivel de vivero.

RECOMENDACIONES

- Habiendo determinado que la mejor proporción de fibra de coco y arena es 80:20, se recomienda realizar otras investigaciones añadiendo abono orgánico o fertilizantes a este sustrato con la intención de obtener plantas más vigorosas
- Evaluar la acción de esta proporción de fibra de coco y arena en otros cultivos para determinar su influencia en ellas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, M. (1993). Sustratos: Inventario y Características. Instituto de Estudios Almerienses. Fiapa.
- Adriano Anaya, María de Lourdes et al. (2011). Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [online]. vol.2, n.3, pp.417-431. ISSN 2007-0934.
- Aguilar, R. (2002). Producción de Sustratos para Viveros. Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación no Tradicional. Costa Rica
- Ansorena, J. (1994). Propiedades físicas de los sustratos. Chile Agrícola,
- Bianchi, A. Bruno, Peña P. J., Guerra H. J.Zavaleta L. S. (2023). Modelo ProLab: PACHAWAK Producción de Sustrato de Fibra de Coco, una Propuesta Sostenible para Mejorar la Calidad en la Producción de Cultivos Frutales. Tesis para obtener grado de magister en PUCP – CENTRUM. Lima – Perú.
- Calderón, A. (2004). Propiedades Físicas de los Sustratos. Proyecto Fondef. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agronómicas. 3 p
- Calzada Benza. José. (1970) Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica.
- Cárdenas Tapia, César. (2013). Producción de plantones de café (*Coffea arabica* L.) variedad Catimor, en diferentes tipos de sustratos – Pichanaki . Tesis para optar Título de ingeniero agrónomo. UNCP.
- Castillo, Lorenzo. (2017). Junta Nacional del Café. Mercado del café registra pérdidas millonarias, porque no logra despertar el interés de sus recolectores. Diario Gestión. Lima – Perú.

Centeno, H, J, V., Cuadra S, G., Ávila, P, J, A, (2014). Efecto de tres fertilizantes foliares orgánicos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café, variedad Pacamara.

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua -León

Encalada, M; Paulina, F; Nohemí, j;A. Antonio, A; Luis, A. (2018). Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes. Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Publicado por Bosques Latitud Cero. Loja – Ecuador.

Fischersworing, B.y Robkamp, R. (2001). Guía para la caficultura ecológica. 3ª ed. Lima, Perú.

Gordón, R.y Camargo, I. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Panamá.

Harman G. (2012). “El Trichoderma spp. Deuteromycetes, Moniliales (el sistema de la clasificación asexual)”. Universidad de Cornell, Ginebra, NY.

Jasmin, J; Toledo, R; Carneiro, L; Mansur, E. (2006). Coconut fiber and foliar fertilization on the growth and nutrition of *Cryptanthus sinuosus*. Horticultura Brasileira

Jara D. (2017). Efecto de dos fuentes de materia orgánica en la producción de plantones de café (*Coffea arabica*) en el caserío Nuevo Amazonas, distrito Yamón, provincia Utcubamba – Amazonas. Tesis para optar el título de ing. Agrónomo en la Univesidad Toribio Rodriguez de Mendoza. Amazonas.

- Mamani, R. Jesús. (2013). Evaluación de dos variedades de (*Coffea arabica* L.) bajo tres formas de producción en vivero en la Estación Experimental de Sapecho– LA PAZ Tesis para optar el título de ing. Agrónomo en la Universidad Mayor de San Andrés – Bolivia
- Muñoz, Zita (2007). “Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill” Tesis para optar el título de ingeniero forestal. Universidad Austral de Chile. p. 34.
- Núñez Bonato, Treycy y Adriana Lázado M. (2018). Influencia de niveles de bokashi enriquecido con microorganismos de montaña en el cultivo de café(*Coffea. Arabica* var. Laurina [Smeathman], caturra), en etapa de vivero en Chanchamayo. Tesis UNDAC, para optar título de ing. Agrónomo.
- Pastor, J. (2000). Utilización de sustratos en vivero. Universidad de Lleida, Dpto. de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería. Madrid, España
- Patel, J.K., N.M. Patel, y R.L. Shiyani. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study. *Curr. Sci.* 81(9).
- Pimentel, F. (1985). Curso de estadística experimental. Livraria Nobel S.A., São Paulo, Brasil.
- Quiñones V. Mario (2014). “Uso de la fibra de coco como sustrato en la producción de Pascua (*Euphorbia pulcherrima*, WILD.EX KLOTSCCH) para exportación; agroindustrias Jovisa, San Miguel de dueñas, Sacatepequez SACATEPEQUEZ (2007-2010)” Tesis para optar el título e ingeniero agrónomo en la Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Sánchez Leyva, Fredy. (2013). Influencia de los sustratos activos para el crecimiento del pino (*Pinus radiata* Don.) producidos bajo condiciones del vivero forestal en la Comunidad de Cuticsa – Santo Tomás de Pata – Angaraes - Huancavelica. Tesis para optar el título de ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Huancavelica.

Sotelo R. y Téllez P. (2007). Efecto de distintos porcentajes de humuz de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café variedad caturra. pág. 16 – Nicaragua.

Taveira, A. (2005). Fibra de coco: Una nueva alternativa para la formación de plantas.

Vasquez Estrada, Sammy. (2016). Evaluación de sustratos para chile pimiento en invernadero; Centro de Prácticas San Ignacio. Universidad Rafael Landivar – Asunción – Guatemala.

Referencias electrónicas

Agropecstar. (2006). Conceptos. Extrído de internet, el 15 de marzo de 2024, de:

<http://www.agropecstar.com/portal/doctos/Conceptos%20de%20produccion.htm>

Amecafe (2014), Ficha Técnica para la roya del cafeto en México. 15 de marzo de 2024.

Del sitio:

<http://www.amecafe.org.mx/downloads/FichaTécnicaRoyadelCafeto.pdf>

Anacafe (2014). Caficultura – Variedad de cafetos. 15 de marzo de 2018. Sitio:

<http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=CaficulturaVariedadeCafeto>

El Café on line. (2014). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 12 de marzo de 2018 del Sitio: <http://www.cafedecolombia.com/caficultura/elcafe.html>.

(Consultado en marzo de 2024).

Cenicafé (2000). La Variedad Colombia. 20 años s de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del cafeto. Extraído de internet de: <https://www.cenicafe.org/es/publications/bot022.pdf>

Cenicafé (2013). Taxonomía y clasificación del café. Extraído de internet de: https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4320/1/cenbook-0026_07.pdf

Cicafe (2015). Guia Técnica para el cultivo del café. Instituto del Café de Costa Rica. Barba – Heredia – Costa Rica. 14 de Agosto de 2018, del sitio: <http://www.icafe.go.cr/icafe/anuncios/documentos/GUIA%20TECNICA%20V10.pdf>

Chen Lopez, Jose. (2023). PROMIX. Cómo evitar problemas con la compactación del sustrato de cultivo. Extraído de internet de: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/como-evitar-problemas-con-la-compactacion-del-sustrato-de-cultivo>

Infocafé (2014). Cultivo del cafeto. 12 de febrero de 2018 del sitio: <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/136.pdf>.

Junta Nacional del Café (JNC, (2019). Historia del café en Perú (en línea, sitio web). Consultado el: 12 de febrero. 2024. Disponible en: <https://juntadelcafe.org.pe/sector-cafetlero-sumara-su-tercer-ano-en-perdidas/>

Junta Nacional del Café (JNC, 2021). Historia del café en Perú (en línea, sitio web). Consultado el: 15 de Oct. 2023. Disponible en: <https://juntadelcafe.org.pe/?s=Cadena+productiva+del+caf%C3%A9>

MINAGRI. (2013). Plan nacional de reducción de la incidencia y severidad de la roya amarilla del cafeto en el Perú (*Hemileia vastatrix*). Extraído de internet, el 07 de

febrero de 2024, de:

https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/resolucionesministeriales/2013/agosto/plan-roya_rm293-2013-minagri.pdf

Mundo del café (2018). *El café ha conquistado al mundo*. Recuperado el 16 de febrero 2024

de: <http://www.mundodelcafe.com/historia.htm>

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de datos.

Ficha de recolección de datos para la altura de las plantas

	Días de cultivo				
Tratamientos	0	30	60	90	120
T1	7.83	13.4	18.13	21.08	22.4
T2	8	12.9	17.33	21.58	26.33
T3	7.9	11.83	15.58	20	24.05
T4	7.98	11.38	14.425	18.25	22.05
T5	8.10	10.85	13.75	17.45	20.95

Ficha de recolección de datos para el diámetro del tallo

	Días de cultivo				
Tratamientos	0	30	60	90	120
T1	2.00	2.00	2.13	2.30	2.60
T2	1.75	2.30	2.38	2.58	3.03
T3	2.00	2.15	2.28	2.53	2.78
T4	1.75	2.00	2.20	2.40	2.65
T5	1.75	2.00	2.13	2.28	2.55

Ficha de recolección de datos para la longitud de la raíz

	Dias de cultivo				
Tratamientos	0	30	60	90	120
T1	9.43	13.00	16.38	19.60	24.20
T2	9.25	13.30	17.25	20.30	23.73
T3	9.30	12.33	15.40	18.15	21.50
T4	9.35	11.90	14.23	17.50	19.70
T5	9.67	10.77	14.43	18.57	20.37

Ficha de recolección de datos para el peso fresco de la raíz

	Dias de cultivo				
Tratamientos	0	30	60	90	120
T1	0.25	1.2	4.58	5.93	7.9
T2	0.175	0.96	4.29	5.09	6.28
T3	0.2	1.33	2.95	3.67	5.08
T4	0.2	1.25	3.24	4.35	4.95
T5	0.15	1.25	2.93	3.75	4.78

Ficha de recolección de datos para el peso seco de la raíz

Tratamientos	120 días
T1	1.59
T2	1.82
T3	1.78
T4	1.63
T5	1.65

Ficha de recolección de datos para el peso fresco de las plantas

	Dias de cultivo				
Tratamientos	0	30	60	90	120
T1	4.17	7.13	10.55	13.55	17.13
T2	4.17	7.85	10.55	14.58	19.19
T3	4.19	6.70	10.98	14.60	18.23
T4	4.17	6.78	9.65	12.53	17.58
T5	4.17	6.58	9.60	12.75	16.78

Ficha de recolección de datos para el peso seco de las plantas

Tratamientos	120 días
T1	3.08
T2	3.74
T3	3.37
T4	3.12
T5	2.94

Panel Fotográfico



Foto 1: Obtención de la fibra de coco



Foto 2: Deshilachando la fibra de coco



Secado de la arena. 2



Secado de la arena. 2

Foto 3: Desinfección y de la arena a utilizar



Foto 4: preparación de la semilla de café



Foto 5: Germinadero de café



Foto 4: Primera evaluación de la altura de las plantas