

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

UNIDAD ACADÉMICA PUERTO RICO

INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS DE GRADO:

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DEL CAFÉ
(*Coffea arábica L.*) BAJO DIFERENTES NIVELES DE ABONOS
ORGÁNICOS EN LA ETAPA DE GERMINACIÓN EN LA COMUNIDAD
CAMPEESINA ABAROA KM 10 DEL MUNICIPIO DE PUERTO RICO
PANDO, GESTIÓN 2023”**

Tesis de Grado presentada para obtener el grado
Académico de Licenciado en “Ing. Agroforestal”

UNIV. Ángel Antonio Araúz Tuno

ASESOR: Ing. Wilfredo Montaña Teco

PUERTO RICO – PANDO - BOLIVIA

2023

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis de Grado aprobado el: de del 2023

DATOS	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA
POSTULANTE:	Univ. Ángel Antonio Araúz Tuno
ASESOR:	Ing. Agr. Wilfredo Montaña Teco
PTE. TRIBUNAL:	Lic. Gerardo Saúl Rojas Mendoza
TRIBUNAL:	Ing. Marcos Yépez Álvarez
TRIBUNAL:	Ing. Yoshiro Aguada Manuyama
TRIBUNAL:	Ing. German Kauko Coimbra

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres Ángel Araúz Chuquipera y Tereza Tuno Patiño, esfuerzo, constancia y comprensión.

A mis hermanos Rubiolit, Erlinda, Alex, Julio, Paola y Jenglis, a mi esposa María Carola Duri Navi y a mi hijo Ángel Einar, que me dieron su apoyo incondicional y a mis amigos, también a todas las autoridades que hicieron posible que la carrera pueda llegar a las provincias.

A mis compañeros de estudio, por el apoyo durante los años de estudio.

A la Universidad Amazónica de Pando (templo de sabiduría) por acogerme en sus aulas durante estos cinco años.

A la Unidad Académica Puerto Rico, responsable de la Unidad, a los docentes del programa Ingeniería Agroforestal.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, la salud y mis Padres: Ángel Araúz Chuquipera y Tereza Tuno Patiño, por las tantas noches de desvelo y entrega incondicional, por sus consejos y orientación que fueron cruciales para la formación de mi persona, por ser la solución en los momentos difíciles.

A mi tutor: Ing. Wilfredo Montaña Teco, por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal revisor, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A los docentes del programa Ingeniería Agroforestal, por su paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

A la Unidad Académica Puerto Rico, al responsable y personal administrativo, por su apoyo durante mi formación y en la elaboración de la presente investigación.

A mis compañeros de la universidad: Por los momentos de amistad compartidos, a lo largo de toda la carrera.

RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en la comunidad Avaroa, Municipio de Puerto Rico, departamento Pando, El objetivo del experimento fue: Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo del café (*Coffea arabica*) bajo diferentes niveles de abono orgánicos en la etapa de germinación en La comunidad campesina Abaroa km 10 del municipio de puerto rico, el diseño empleado es de diseño de bloques al azar (DBA), el análisis estadístico se realizó con el programa Excel, utilizando la prueba de Tukey al 0.05% de confiabilidad, las variables evaluadas en esta investigación fueron: días a germinación, altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas, parcela, se utilizó la metodología de investigación explicativo y experimental la muestra fue totalmente no probabilístico posteriormente se realizó un análisis de varianza donde los resultados obtenidos en días a germinación fue significativo con los mejores resultados fue: T1 = Tierra del lugar más materia orgánica con 46,67 días, en altura de planta el T3 = Tierra del lugar más gallinaza con: 38,67 cm, donde hubo diferencia significativa. Ya en diámetro del tallo, el T2= Tierra del lugar más estiércol de bovino y T3, tuvieron un resultado de 1,33 cm, no habiendo diferencia significativa, y por último el T3, obtuvo un resultado en números de hojas siendo el resultado de 16,67 hojas, no habiendo diferencia significativa entre los tratamientos. Así de acuerdo a los resultados se logró determinar las conclusiones, y la recomendación, de acuerdo a los datos obtenidos de la presente investigación.

Palabras clave: Sustratos, Diseño experimental, día a germinación, Altura de planta, diámetro de tallo, número de hoja, tratamiento y repeticiones.

SUMMARY

The research work was carried out in the Avaroa community, Municipality of Puerto Rico, Pando department. The objective of the experiment was: To evaluate the agronomic behavior of coffee cultivation (*coffea arabica*) under different levels of organic fertilizers in the germination stage. In the Abaroa peasant community km 10 of the municipality of Puerto Rico, the design used is a randomized block design (DBA), the statistical analysis was carried out with the Excel program, using the Tukey test at 0.05% reliability, the variables evaluated in this research were: days to germination, plant height, stem diameter and number of leaves, plot, the explanatory and experimental research methodology was used, the sample was totally non-probabilistic, subsequently an analysis of variance was carried out where the results obtained in days to germination it was significant with the best results fuel: T1 = Soil from the place plus organic matter with 46.67 days, in plant height T3 = Soil from the place plus poultry manure with: 38.67 cm, where there was a significant difference. Already in stem diameter, T2 = Land from the place plus bovine manure and T3, had a result of 1.33 cm, with no significant difference, and finally T3, obtained a result in numbers of leaves being the result of 16.67 leaves, with no significant difference between the treatments. Thus, according to the results, it was possible to determine the conclusions and the recommendation, according to the data obtained from this investigation.

Keywords: Substrates, Experimental design, day to germination, Plant height, stem diameter, leaf number, treatment and repetitions.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
	2.1. Formulación del problema.	3
III.	JUSTIFICACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.	4
	3.1. Justificación práctica.....	4
	3.2. Justificación metodológica	4
	3.3. Justificación teórica	4
IV.	OBJETIVOS.....	5
	4.1. Objetivo general.....	5
	4.2. Objetivo específico	5
V.	HIPÓTESIS	6
	5.1. Hipótesis nula	6
	5.2. Hipótesis Alternativa	6
VI.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
	6.1. Origen del café.....	7
	6.2. Importancia del cultivo	7
	6.3. Producción de café en Bolivia	7
	6.4. Propiedades del café	8
	6.5. Clasificación taxonómica.....	9
	6.6. Características botánicas del café	9
	6.6.1. Raíz.....	9
	6.6.2. Tallo.....	9
	6.6.3. Hojas.....	10
	6.6.4. Flores	10
	6.6.5. Fruto	11

6.7.	Producción de plantines de café.....	11
6.7.1.	Propagación	11
6.7.2.	Selección de la variedad y semilla.....	11
6.7.3.	Obtención de semilla	12
6.7.4.	Cosecha de frutos	12
6.7.5.	Despulpado	12
6.7.6.	Fermentado	13
6.7.7.	Lavado	13
6.7.8.	Secado.....	13
6.7.9.	Selección.....	13
6.7.10.	Obtención de plantines	14
6.7.11.	Sustrato para vivero	15
6.7.12.	Épocas de siembra en vivero	15
6.7.13.	Labores culturales.....	15
6.8.	Vivero	16
6.9.	Abonos orgánicos	16
6.9.1.	Gallinaza.....	16
6.9.2.	Los estiércoles	17
6.9.3.	Tierra del lugar	17
6.9.4.	Materia orgánica.....	17
6.9.5.	Aserrín descompuesto	18
6.10.	Ecofisiología del café.....	18
6.10.1.	Crecimiento y desarrollo del café.....	18
6.10.2.	Influencia de los factores climáticos.	19
6.11.	Plagas y enfermedades.....	19

6.11.1. Plagas.....	19
6.11.2. Enfermedades	21
6.12. Relación beneficio costo	23
VII. MATERIALES Y METODOS	25
7.1. Ubicación Geográfica	25
7.1.1. Límites con otras Entidades territoriales	25
7.1.2. Altitud.....	25
7.1.3. Suelos	25
7.1.4. Clima y Precipitación	26
7.1.5. Ubicación de la comunidad Avaroa	27
7.2. Materiales.....	28
7.3. Métodos	29
7.3.1. Metodología de la investigación.....	29
7.3.2. Método de la investigación.....	29
7.3.3. Diseño de investigación.....	29
7.3.4. El modelo aditivo lineal.....	30
7.4. Análisis estadístico y pruebas de significancia.....	30
7.5. Área de trabajo en el vivero	30
7.6. Características del campo experimental.....	31
7.6.1. Factores en estudio	31
7.6.2. Del diseño experimental de Bloques al Azar distribución aleatorizada	31
7.6.3. De las Parcelas.....	32
7.6.4. De los Bloques.....	32
7.6.5. Diseño de la Parcela experimental	33
7.7. Procedimiento del experimento	33

7.7.1.	Ubicación del campo experimental	33
7.7.2.	Preparación del área experimental.....	34
7.7.3.	Preparación de los materiales para los sustratos.....	34
7.7.4.	Mezclado de los sustratos y llenado en bolsas de polietileno.....	34
7.7.5.	Obtención de semillas.....	35
7.7.6.	Tratamientos pregerminativos	35
7.7.7.	Siembra experimental (en bolsas de polietileno).....	35
7.7.8.	Control de labores culturales	35
7.8.	Toma de Datos	35
7.8.1.	Análisis de días a germinación	35
7.8.2.	Altura de plantines.....	36
7.8.3.	Diámetro del tallo	36
7.8.4.	Número de hojas.....	36
VIII.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	37
8.1.	Calculo Días a germinación.....	37
8.2.	Calculo altura de plantines.....	39
8.3.	Calculo diámetro del tallo.....	41
8.4.	Calculo de número de hojas.....	42
IX.	DISCUSIÓN.....	44
9.1.	Efecto en días a germinación	44
9.2.	Efecto en altura de planta.....	44
9.3.	Efecto en el diámetro del tallo	45
9.4.	Efecto en el número de hojas	46
X.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
10.1.	Conclusiones	48

10.2. Recomendaciones	49
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	50

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación taxonómica del café.....	9
Tabla 2. <i>Material genético e insumos</i>	28
Tabla 3. <i>Materiales de Campo</i>	28
Tabla 4. <i>Material de Gabinete</i>	29
Tabla 5. <i>Dosis de sustrato</i>	31
Tabla 6. <i>Aleatorización del diseño experimental</i>	31
Tabla 7. <i>Dimensiones de la parcela experimental</i>	32
Tabla 8. <i>Dimensiones de los bloques</i>	32
Tabla 9. <i>Análisis de la varianza para la variable días a germinación</i>	37
Tabla 10. <i>Análisis de la varianza para la variable altura de plantines</i>	39
Tabla 11. <i>Análisis de la varianza para la variable diámetro del tallo</i>	41
Tabla 12. <i>Análisis de la varianza para la variable número de hojas</i>	42

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación del municipio de Puerto Rico.....	26
<i>Figura 2.</i> Localización de la comunidad Avaroa.	27
<i>Figura 3.</i> Croquis de la parcela experimental	33
<i>Figura 4.</i> Promedio de días a germinación, del cultivo de café	38
<i>Figura 5.</i> Promedio de altura de planta (cm), del cultivo de café	40
<i>Figura 6.</i> Promedio de diámetro de tallo (cm), del cultivo de café.....	42
<i>Figura 7.</i> Promedio de número de hojas por planta, del cultivo de café.....	43

I. INTRODUCCIÓN

El café *Coffea arábica L.* es originario de regiones sub tropicales de África es uno de los cultivos ampliamente distribuidos por todo el mundo según la Organización internacional del Café (OIC) señalan que más de 25 millones de familias cafetaleras dependen del cultivo de café para su subsistencia en los países de Latinoamérica, África y Asia (Osorio, 2002; citado por Pomacosi, 2005).

El cultivo de café se encuentra difundido en varios países del mundo, siendo Brasil, Vietnam, Colombia, Indonesia, Etiopia los principales productores; es uno de los principales productos que se comercializa en los mercados internacionales, por lo tanto, los países productores son los que se benefician con las exportaciones.

Bolivia posee una tradición en la producción de café y por sus características tiene una oferta única, siendo el mayor productor el departamento de La Paz, concentrándose la producción en la región Yungueña con el 95% de la superficie cultivada. El café está catalogado como estimulante, su consumo a nivel nacional es relativamente bajo y se estima que es menor al 25% de la producción a nivel nacional, por lo tanto algo más del 75% de la producción de café está destinada a la exportación a mercados Europeos, Americano y Asiático (Fomento al desarrollo Urbano y Rural, 2010). En Bolivia Según (Prudencio, 1994). Las principales regiones productoras de café se encuentran distribuidas en los departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz.

Los principales productores de Bolivia son los pequeños agricultores campesinos que poseen entre 1 y 4 has cultivadas de café, aunque también existen unos cuantos empresarios agrícolas que tienen grandes extensiones, cultivos que datan desde hace varias décadas (Prudencio, 1994).

Según (Prudencio, 1994). Una gran parte de los productores de café que no están afiliados a alguna organización, no tienen capacitación técnica en la producción de plantines, lo cual a futuro repercute áreas de cultivos con plantas deficientes, que reducen el rendimiento y la calidad del producto final.

Según (PDM Apolo, 2013). se ha visto, surge la necesidad de realizar este trabajo de investigación, que tiene como propósito fundamental mejorar la producción cafetalera, para lo cual, seguimos un proceso que inicia desde la selección de las variedades considerando las características de adaptabilidad y producción, la obtención de semilla de calidad, los tipos de sustrato adecuado para la producción de plantines de buen porte y la construcción de un vivero que cumple con las condiciones requeridas para propiciar el desarrollo del material vegetal, que es fundamental para el éxito de la futura plantación.

Según (PDM Apolo, 2013) el cultivo de café en bolsa es una buena opción para producir plantas en menor tiempo y con características que le permiten soportar mejor el estrés asociado al trasplante en el terreno definitivo, asimismo evitar problemas fitosanitarios para garantizar la sanidad y la implementación del cultivo.

Por otra parte, el sustrato utilizado, fue preparado en base a la materia orgánica existente en el lugar como es el estiércol de vacuno, gallinaza y palo descompuesto y un testigo que es la tierra del lugar que por lo general algunos agricultores de la región utilizan el estiércol vacuno para mejorar la fertilidad de los suelos, sin embargo, no se acostumbra el uso de gallinaza ni la tierra del lugar como testigo , desaprovechando así las propiedades nutricionales de estas diferentes fuentes de trabajo de plantines.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El planteamiento del problema surgió de la idea planteada de que resultado podríamos obtener en la evaluación agronómica del cultivo del café, bajo las diferentes implementaciones de abonos orgánicos en etapa de vivero.

El café es un cultivo importante para la economía de Bolivia, sin embargo, su producción se ve afectada por factores como las condiciones climáticas, las plagas y enfermedades, y la disponibilidad de nutrientes. El uso de abonos orgánicos puede contribuir a mejorar el rendimiento y la calidad del café, pero se desconoce cuál es el efecto de diferentes niveles de abono orgánico en la etapa de germinación.

2.1. Formulación del problema.

¿Cuál es el efecto de diferentes niveles de abono orgánico en el comportamiento agronómico del cultivo del café (*Coffea arabica L.*) en la etapa de germinación en la comunidad campesina Abaroa km 10 del municipio de Puerto Rico, Bolivia?

III. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.

3.1. Justificación práctica

Dada la escasa información sobre las fuentes de abonos orgánicos y el suministro necesario para compensar la nutrición del suelo para la germinación de la semilla del café (*coffea arabica L.*), se analizó el efecto de tres abonos orgánicos (estiércol vacuno, gallinaza y materia orgánica). Son importantes en las primeras etapas del desarrollo para hacer germinar las semillas, estos abonos son ricos en nutrientes, mejoran la circulación del aire, proporcionan vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos, enzimas y sustancias antioxidantes directamente a semillas y las plantas, por esta razón se pretende lograr mejores resultados y, por lo tanto, recomendamos su uso en dosis apropiadas.

3.2. Justificación metodológica

Mediante la investigación se brindará información a las diferentes personas que tienen producción de café en la localidad de Puerto Rico, ya que podrían implementar estos diferentes abonos orgánicos en sus parcelas. Esto permitirá mejorar los diferentes sistemas de café orgánico incluyendo las demás plantaciones que producen café de calidad en viveros para su posterior comercialización y plantación.

3.3. Justificación teórica

Esta investigación se realizará con la finalidad de generar y aportar conocimiento con relación al efecto de tres abonos orgánicos en germinación de café (*Coffea arabica L.*), y determinar cuál de ellos nos ofrece mejores resultados, esto servirá como base para otras investigaciones futuras.

IV. OBJETIVOS.

4.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo del café (*coffea arabica l.*) bajo diferentes niveles de abono orgánicos en la etapa de germinación en La comunidad campesina Abaroa km 10 del municipio de puerto rico

4.2. Objetivo específico

- Evaluar las características agronómicas del café (*Coffea arábica L.*) bajo tres tipos de sustrato (estiércol vacuno, gallinaza, materia orgánica)
- Realizar análisis económico preliminar de producción de plantines de café (*Coffea arábica L.*) bajo tres tipos de sustratos.

V. HIPÓTESIS

5.1. Hipótesis nula

Ho: Los sustratos no influyen en los procesos de germinación y el desarrollo de los plantines de café en la producción en el vivero forestal.

Expresado de otra forma, la hipótesis nula planteada nos indica la no diferencia significativa entre tratamientos:

$$Ho: H1 = H2$$

5.2. Hipótesis Alterna

H1= Los sustratos influyen en los procesos de germinación y el desarrollo de los plantines de café en la producción en el vivero forestal.

Expresado de otra forma, la hipótesis alternativa señala la diferencia significativa entre tratamientos:

$$Ha: H1 \neq Hx$$

Dónde: Hx es independiente de H1 o de los de más tratamientos.

VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

6.1. Origen del café

La *Coffea arábica*, originalmente crecía en las mesetas de Etiopía, de su centro de origen pasó a Yemen en el transcurso de los siglos XIII y XIV, a la Guayana Holandesa en el siglo XVIII, y posteriormente a las Antillas, Sumatra y a isla de Reunión. Fue introducida al Brasil en 1727 y a fines del siglo XVIII se encontraba distribuida en toda América Central y México (Cuba, 2006). El café es originario de África, de las regiones de Etiopía, Kenia y Tanzania, donde las primeras plantaciones estaban ubicadas entre los 1.200 a 1.800 metros de altura. El grano de café fue traído a Bolivia por los españoles en la época de la colonia (Barrientos, 2011). El café en Apolo fue introducido por las misiones franciscanas en la época colonial. En los primeros años de la República, el café de Apolo ya era conocido como “el mejor café del mundo” y actualmente son la mayoría de las poblaciones del municipio, con excepción de las comunidades del río Beni, que cultivan el café criollo, que en muchos casos su multiplicación se realizó a través de plantas de café en el monte (PDM Apolo, 2013).

6.2. Importancia del cultivo

La especie económicamente más importante de una amplia gama de cafés es la *Coffea arábica* la cual constituye aproximadamente el 79 % de la producción mundial, la *Coffea canephora* (robusta) cerca del 20% y la *Coffea ibérica* sobre 1 % (MDRAyMA, 2008).

6.3. Producción de café en Bolivia

FECAFEB (2006), explica que actualmente en todas las zonas cafetaleras de Bolivia, se cultiva la especie *Coffea arabica L.* con una predominancia de la variedad Typica o criolla, ocupando el 85% de la superficie total y un 15% de las variedades mejoradas como Catuai amarillo y rojo, Catimor y Cavimor amarillo y rojo. Bolivia produce un 100% de café suave lavado, para la exportación y el consumo nacional.

FECAFEB (2006), asevera que en el departamento de La Paz la producción de café alcanza a un 95.4%, siendo el departamento de mayor producción a nivel nacional, luego sigue Santa Cruz con 2.5%, Cochabamba 1%, Tarija 0.5%, Beni 0.4% y Pando con 0.2%.

FECAFEB (2006) indica que el 85% de las plantaciones son de la variedad Typica o criolla las cuales se plantan entre 1300 a 1570 plantas /ha, con un promedio de 1484 plantas/ha. Mientras que el cultivo con variedades mejoradas, tienen una densidad promedio de 2650 plantas/ha, esta densidad está influenciada por diversos factores como ser la pendiente del terreno, la variedad utilizada, la fertilidad de los suelos y el manejo de los cultivos.

Según Cuba (2006), la producción nacional y los ingresos que proporciona el cultivo de café varían de año en año dependiendo del mercado y los factores climáticos.

6.4. Propiedades del café

(MDRAyMA, 2008). Señala que el café es consumido principalmente por su contenido del alcaloide "cafeína", que tiene propiedades estimulantes. El café está compuesto por: cafeína, sales minerales (Potasio, Magnesio, Calcio, Sodio, Hierro), lípidos, azúcares y aminoácidos y vitamina B (MDRAyMA, 2008).

El consumo moderado de café (tres o cuatro tazas al día) tiene los siguientes efectos:

- Ayuda a prevenir el consumo de drogas y alcohol.
- Reduce en un 30% la incidencia de desarrollar diabetes.
- Previene el cáncer de colon. - Alivia dolores de Cabeza.
- Reduce la incidencia del mal de Parkinson en 80%.
- Ayuda a disminuir la infertilidad masculina.
- Estimula al cerebro (memoria, la atención y la concentración).
- Disminuye la incidencia de depresión, suicidios, cirrosis.
- Aumenta la energía física sin causar dependencia.
- Mejora el humor, Aumenta en 10% el rendimiento escolar.
- Ayuda en el aprendizaje, previene la depresión.
- Tiene alto contenido de antioxidantes

6.5. Clasificación taxonómica

Según Rojas (1994), el café tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 1. *Clasificación taxonómica del café*

Clase	Magnoliopsida
Sud clase	Asteridae
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Genero	Coffea
Especie	<i>C.arabica</i>

Fuente: Rojas (1994)

6.6. Características botánicas del café

6.6.1. Raíz

La raíz principal del cafeto es pivotante, porque nace de una semilla con numerosas raíces secundarias. La parte más importante son las raicillas, que son las encargadas de absorber el agua y los nutrientes para la planta (Cuba, 2006).

El cafeto tiene una raíz principal que penetra verticalmente en suelos hasta profundidades de 50 cm, de esta raíz salen otras que se extienden horizontalmente y sirven de soporte a las raíces delgadas o absorbentes llamadas también raicillas que son bastante superficiales y se encargan de tomar el agua y los nutrientes minerales.

En los primeros 10 cm de profundidad del suelo se encuentran un poco más de la mitad de estas raicillas y el 86 % en los primeros 30 cm (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010)

6.6.2. Tallo

El tallo es recto y crece verticalmente. La corteza es rojiza en principio, y cuando empieza a lignificarse, el tallo adulto es de color gris, los más flexibles son los de la especie arábica, y de él nacen las ramas, que son plagio trópicas o de crecimiento horizontal (Cuba, 2006).

Los aspectos más sobresalientes de la morfología aérea de la planta del café tienen que ver con dos tipos de brotes: Orto trópicos, que crecen verticalmente comprenden el tallo principal y los chupones. Plagios trópicos que crecen horizontalmente y comprenden las ramas primarias, secundarias y terciarias. En los nudos del tallo principal se encuentran varios tipos de yemas: las que dan origen a las ramas primarias; los chupones que son el potencial del brote de la zoca y permanecen mientras se conserve el cogollo del tallo principal, otras yemas que forman flores (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010).

6.6.3. Hojas

Son hojas ovaladas, bordes lisos, lustrosas, verdes, que se mantienen durante tres a cinco años. La colocación de las hojas está en cada nudo, salen en pares (MDRAyMA, 2008).

Las hojas son opuestas, su forma es generalmente elíptica, de peciolo corto, coriáceas, verde brillante en el haz, algo más pálidas en el envés y con nervaduras salientes.

El color y tamaño varía según las especies, los bordes son ondulados, están rodeadas por dos estípulas agudas que crecen en los nudos del tallo orto trópico y plagio trópico; presentan dormancias que sirven para diferencias taxonómicas, son las encargadas de la fotosíntesis y la respiración (Cuba, 2006).

6.6.4. Flores

Las flores, de color blanco, son hermafroditas (tienen órganos masculino y femenino). Aparecen en las axilas de las hojas en grupos de 4 o más (Barrientos, 2011).

Las flores del café son hermafroditas, gamopétalas y gamosépalas, y se insertan en

Las axilas de las hojas de las ramas plagio trópicas. La inflorescencia se forma en grupos de cuatro sobre un tallito corto llamado glomérulo, existiendo de 3 a 5 de ellos en la base de cada hoja. El total de flores por axila varía de 2 a 16, el color de los pétalos es blanco y el pistilo es tubular, con dos lóculos donde crecen las semillas (Cuba, 2006).

6.6.5. Fruto

El fruto es una drupa con dos semillas que generalmente son planoconvexas, se forma como resultado de la unión del grano de polen con el óvulo, luego de la fecundación la semilla se llena de un tejido verde claro y acuoso, el cual se va endureciendo a medida que avanza la maduración del fruto, que varía entre 28 y 32 semanas

De acuerdo a la temperatura del lugar de la plantación y la variedad, adquiriendo una forma ovoidal, con un pedúnculo que se conoce en los Yungas con el nombre de “huichi” y color que varía entre rojo y amarillo (Cuba, 2006).

Los frutos son bayas de tamaño pequeño, de color rojo y amarillo cuando están maduros; están formados por la cascara o epicarpio, la pulpa o mesocarpio, el pergamino o endocarpio que cubre la almendra, el embrión y la almendra o endospermo (Barrientos, 2011).

6.7. Producción de plantines de café

Para la producción de plantines de café se debe tener en cuenta el siguiente procedimiento que técnicamente es recomendable para el éxito del futuro emprendimiento.

6.7.1. Propagación

El cafeto se propaga generalmente usando semillas producto de su autofecundación: es la manera de propagación comúnmente utilizada en nuestro medio. Además, puede propagarse asexualmente por estacas, injertos y mediante el empleo de cultivo de tejido in vitro (micro estacas, embriogénesis somática y cultivo de ápices). Esta última técnica de reproducción asexual se realiza a partir de pequeñas secciones de tejidos vegetales (Alvarado y Rojas, 1994).

6.7.2. Selección de la variedad y semilla

Muchas veces la selección de una variedad se hace sin tener en cuenta criterios técnicos y olvidando que las condiciones climáticas y edáficas que juegan un papel importante en la producción. Por otra parte, el caficultor debe conocer las exigencias de la variedad seleccionada a fin de proporcionarle los cuidados que demanda cada una, además de tener

identificado de antemano el tipo de suelo, altura, condiciones climáticas, etc. del terreno donde se establecerá el cafetal (Irigoyen, 2000).

La semilla que se utilizará para la producción de las plantas en el semillero deberá ser rigurosamente seleccionada, cuidando principalmente los aspectos de calidad y preparación para la siembra (Irigoyen, 2000). El primer requisito, quizá el más importante, cuando va a establecerse un almácigo de café o cualquier cultivo, es disponer de semilla bien seleccionada, especialmente en lo relativo a la pureza genética y sanidad, porque de ello depende en gran medida, el éxito de la futura siembra (Alvarado y Rojas, 1994).

6.7.3. Obtención de semilla

La obtención de semilla seleccionada de buena calidad es fundamental para la producción de plantines vigorosos, que garanticen el establecimiento del futuro cafetal, los cuales deberán ser cosechados de plantaciones que estén libres de problemas fitosanitarios. La semilla está formada por una cascara llamada pergamino y dentro está la semilla misma que está formada por sustancias de reserva más el embrión. La semilla absorbe agua y oxígeno para que las sustancias de reserva se transformen en sustancias nutritivas que el embrión las utiliza para crecer y desarrollar (Castañeda, 2000). Debe provenir de parcelas buenas productoras, libre de plagas y enfermedades y lo que es más importante que sea de una parcela certificada y orgánica (Sociedad Guapomó – MINGA, 2008).

6.7.4. Cosecha de frutos

Para la cosecha de frutos, se debe seleccionar las plantas más vigorosas del lote, los frutos deberán estar maduros o estado cereza con coloración uniforme, para posteriormente realizar la prueba de boyado en agua. Se debe cosechar solamente los frutos maduros y sanos, preferentemente de la parte central de las ramas y del árbol (Barrientos, 2011).

6.7.5. Despulpado

El despulpado se debe realizar el mismo día de la cosecha, manualmente o en maquina peladora dependiendo de la cantidad de frutos cosechados, luego de haber realizado el lavado y la prueba del boyado donde se separan los frutos vacíos y los que están afectados por algún tipo de plaga.

Se despulpa en una máquina que no quiebre el grano, mejor si se la despulpa a mano (Sociedad Guapomó – MINGA, 2008). Se recomienda despulpar con una buena máquina manual que no dañe en absoluto la almendra (Barrientos, 2011).

6.7.6. Fermentado

El fruto pelado se debe remojar en agua limpia, por un lapso de tiempo que dura aproximadamente 18 a 20 horas, dependiendo de las condiciones ambientales del lugar, para que éste entre a un proceso de fermentado hasta que el mucílago del pergamino se separe fácilmente con el lavado. La fermentación debe hacerse en una vasija abierta (un lavador de plástico o una batea de madera), y el tiempo no debe exceder las 20 horas (Barrientos, 2011).

6.7.7. Lavado

Esta es una etapa muy importante el cual se lo debe realizar varias veces hasta que el agua utilizada en este proceso quede limpia, el café pergamino debe quedar limpio y lizo; durante el lavado se debe separar los frutos pequeños, vacíos, deformes y afectados por plagas. El lavado se realiza con abundante agua limpia, hasta lograr separar en su totalidad el mucílago (Sociedad Guapomó – MINGA, 2008).

6.7.8. Secado

Para efectuar el secado se debe contar con un ambiente adecuado, que sea ventilado, bajo sombra, para que las semillas alcancen la humedad adecuada para su almacenamiento y posterior siembra. Cuba (2006) indica que, para los casos de siembra rápida, la semilla debe secar hasta tener aproximadamente 40 % de humedad. Para siembras tardías y para guardar la semilla por seis meses, la humedad debe ser del 12 al 15 %, si se quiere guardar por más tiempo, la temperatura debe ser de 10 a 12 °C y la humedad de 60 %, en estas condiciones puede ser útil hasta un año.

6.7.9. Selección

Para la selección, se deben separar las semillas sanas de las semillas que presenten deformaciones, semillas vacías, semillas pequeñas y semillas que estén infestadas por plagas.

Se deben seleccionar los granos bien formados, descartar granos redondos (caracoles), granos demasiado grandes (elefantes) y granos triángulos (Sociedad Guapomó – MINGA, 2008).

El color uniforme del pergamino de la semilla (blanco verdoso) refleja la calidad de la semilla; en cambio los colores oscuros y de diferente coloración no garantizan una buena germinación. Una semilla normal es aquella que tiene la forma ovalada y la ranura recta (Cuba, 2006).

6.7.10. Obtención de plantines

Los plantines se producen en viveros haciendo un manejo adecuado del suelo, temperatura y semisombra, se puede producir en bolsa maceta o en platabandas (Proyecto Jatun Sach'a, 2009).

El desarrollo en el germinador y el vivero dura de 8 a 18 meses; en el germinador hasta el estado de fosforito, puede durar de 45 a 60 días, en las zonas bajas, y de 60 a 90 días en las altas. Trasplantadas al vivero, el proceso hasta el trasplante al terreno determinado cuando la planta tiene 6 pares de hojas, puede durar de seis a nueve meses (Cuba 2006).

La propagación de plantines de cafeto inicia en el semillero donde se pone a germinar la semilla, dos meses después se obtiene una plántula llamada soldadito, cuando hay dos hojitas alcanza la fase de mariposa y se trasplanta al vivero, también se puede trasplantar en pesetilla (dos pares de hojitas) o en naranjito (tres pares de hojitas). En el vivero se tapa o se cubre para evitar el golpe de las gotas de lluvia, y una semisombra para que las plantas tengan una adaptación paulatina al sol (Soliebe, 2002).

Las plántulas alcanzan el estado soldadito o fosforito cuando alcanzan unos 4 cm de largo, con el talluelo erguido y la cascarilla o pergamino de la semilla en el extremo superior semejando a un fósforo, con el grano de café expuesto en el ápice vegetativo (Barrientos, 2011).

El mismo autor indica que, las plántulas de café alcanzan el estado mariposa cuando las hojas primordiales o cotiledonares constitutivas de la semilla, que se encuentran en el germen o embrión, aparecen en forma de hojas y son las primeras partes de la planta que se

ven cuando la semilla se abre. Los cotiledones ayudan a alimentar a la semilla hasta que la planta pueda hacer su propio alimento.

6.7.11. Sustrato para vivero

El sustrato requerido para vivero, debe reunir determinadas características tales como: una textura que permita el laboreo del mismo, buena aireación, buen drenaje, buena retención de la humedad que permita la actividad normal de las raíces, 3 % de materia orgánica y el pH entre 5.5 y 6.5 (Fernández et al., 1988).

El preparado de la tierra se la puede hacer con 3 partes de tierra natural y una parte de estiércol de gallina (gallinaza) bien descompuesto. En caso de utilizar solamente tierra de lugar, la mezcla debe ser de 1 a 2 partes de ésta con una parte de tierra negra. La tierra a utilizar no debe ser nunca de un cafetal viejo, porque esta infestada de nematodos y enfermedades (Cuba, 2006).

6.7.12. Épocas de siembra en vivero

El café se puede sembrar en diferentes épocas de siembra, esto en función al tiempo de permanencia de los plantines en vivero.

Se debe plantar al inicio de la época de lluvias (octubre) para garantizar que la mayoría de las plantas pueda sobrevivir y desarrollarse. En los yungas de La Paz se puede establecer los plantines en campo hasta el mes de febrero a más tardar (Proyecto Jatun Sach'a, 2009).

6.7.13. Labores culturales

Las labores culturales que generalmente se deben realizar en la producción de plantines en fase de vivero son el desyerbe que se debe realizar por lo menos una vez al mes dependiendo de la invasión de las malas yerbas, y el riego en función a los requerimientos del cultivo y de las condiciones ambientales del lugar. Se debe desyerbar en forma permanente, sin dejar crecer la maleza a 5 cm alrededor de las plantas, si la tierra es pobre en materia orgánica, se debe incorporar abonos orgánicos, durante la época seca se debe regar las plantas diariamente o cuando sea necesario (Cuba, 2006).

6.8. Vivero

Se llama vivero a un terreno dedicado a la multiplicación y a la cría de plantas hasta el momento en que están suficientemente fuertes para ser plantadas en el terreno de asiento o ser vendidas (Rodríguez, 1998). El vivero debe estar ubicado cerca de una fuente de agua permanente, terreno con una ligera pendiente, construido con material de lugar (Sociedad Guapomó – MINGA, 2008).

Para la instalación de un vivero forestal se debe tomar en cuenta los siguientes requerimientos: realizar una planificación, localización, ubicación, características del suelo, pH adecuado para las especies, pendiente por lo menos de 2 % para evitar anegamiento, especies que se van a producir, tamaño, mano de obra, protección, semisombra, fuente de agua, almacén, laboratorio, diseño, entre otras (Goitia, 2012).

6.9. Abonos orgánicos

Entre los efectos más importantes de la materia orgánica se debe destacar que actúa como almacén de nutrientes los que se van liberando lentamente para su aprovechamiento paulatino por los cultivos, mejora las propiedades químicas del suelo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo, proporciona energía para la actividad de los microorganismos, ayuda a mejorar la estructuración del suelo, ayuda en la formación de complejos orgánico – minerales que fijan los micronutrientes, juega un papel muy importante en la fijación de metales pesados (Orsag, 2012).

Dentro de las fuentes de abono orgánico más recomendado a utilizar se incluyen: el estiércol de vacuno, la cáscara de café, la gallinaza, el guano de murciélago, el compost, la turba y otros (Fernández et al., 1988).

6.9.1. Gallinaza

En regiones donde existe producción avícola, el uso de las excretas mediante su incorporación en la preparación de sustratos y parte de los abonos, se presenta como una buena alternativa, por su disponibilidad a lo largo de todo el año y los bajos costos. Aunque su composición depende de diversos factores como el tipo de cama utilizada, el tiempo de almacenamiento y el porcentaje de humedad entre otros, ha sido empleada principalmente

como suplemento proteico (se han encontrado niveles entre 20 - 35% de proteína) para rumiantes, aunque también es rica en fósforo, calcio y otros minerales. La disponibilidad del fósforo es buena al encontrarse principalmente en forma de orto fosfatos. (IBTEN citado Velásquez 1997)

6.9.2. Los estiércoles

Son las deyecciones sólidas y líquidas de los animales producto del procesamiento del material vegetal por el tracto digestivo y una fermentación posterior. Su incorporación al suelo aporta nutrientes, incrementa la retención de humedad y mejora la actividad microbiológica; resultando en un mejoramiento de la fertilidad del suelo. La composición del estiércol es muy variable, pero por cada tonelada de estiércol natural podrá generar 100 kg de humus al suelo (Casas, 2012).

6.9.3. Tierra del lugar

Fossati y Olivera (1996b) indican que, la tierra del lugar son tierras propiamente del lugar del estudio, por debajo de los 3000 m. sobre el nivel del mar, presentan características desde ligeramente ácidas a ligeramente alcalinas, con suelos livianos o franco arenosos y suelos semipesados o franco limosos (estos últimos compuestos de arcillas rojas con pocos nutrientes). La función de la tierra del lugar es sustituir, en forma barata y sencilla. Además, le da a la planta un medio parecido al que tendrá en su sitio de plantación.

6.9.4. Materia orgánica

Bongcam (2003) indica que, la materia orgánica es transformada por los microorganismos en humus de alta fertilidad, reteniendo además las bases contra el lavado y cediéndolas como alimento a las raíces de las plantas. Un suelo orgánico con un alto contenido de ácidos húmicos es más fértil que un suelo donde la fracción intercambiadora es solo arcilla. Chilón (1996) define que, la materia orgánica del suelo es un componente producto de la pre - descomposición y descomposición de toda fuente primaria y secundaria que incluye la materia orgánica no humificada, formada por la biomasa vegetal y animal, la biomasa microbiana y el humus; constituida a su vez por sustancias no húmicas, polisacáridos y proteínas, también sustancias húmicas estrictas. Milz (1998) señala que, la materia orgánica se queda en el suelo

y se forma de caída de hojas, ramas y otros. El proceso de descomposición de la materia orgánica, se inicia con la intervención de insectos, hormigas, lombrices y hongos y bacterias, los cuales crean condiciones favorables para la microfauna y microflora del suelo. Al descomponerse la materia orgánica los nutrientes se vuelven otra vez aprovechable para las plantas.

6.9.5. Aserrín descompuesto

Coarite (2000) señala que, en un estudio sobre semillas de tembe (*Bactris gasipaes*) encuentra que el sustrato aserrín descompuesto, utilizado en camas de almácigo se usan en proporción del 100% (como resultado un valor de 35% de germinación de plantines de tembe a los 60 días). El aserrín descompuesto tiene la ventaja de facilitar las labores culturales, fácil manipulación para el repique de plántulas.

Villachica (1996a) menciona que, el aserrín descompuesto que da mejor resultado es el originado en maderas rojas, el que aparentemente tiene efecto fungicida o insecticida por los taninos que poseen. Los taninos se encuentran en la madera y corteza de diversos árboles, de sabor astringente, precipitan con sales férricas y dan productos de color azul, negro y verde; por sus propiedades se usan industrialmente (Font Quer, 1985).

6.10. Ecofisiología del café

6.10.1. Crecimiento y desarrollo del café.

A los dos meses después de la germinación, la planta forma el primer par de hojas verdaderas y luego, en la fase de almácigo, la planta adquiere de 6 a 8 pares de hojas verdaderas o nudos. El primer par de ramas se forma entre los 7 y los 8 meses aproximadamente, y a partir del momento de la siembra en el sitio definitivo, la planta comienza la formación de las ramas que van a ser responsables de la producción (Arcila, et al, 2001).

En el tallo, un par de hojas o un nudo se origina en promedio cada 25 o 30 días. En un año se forman aproximadamente de 12 a 14 pares de ramas primarias o cruces. En general, el crecimiento es más activo cuando hay buen suministro de energía solar, agua y nutrimentos, encontrándose que un aumento de la radiación (plena exposición solar) induce la formación de

plantas más bajas, en las cuales ha ocurrido mayor diferenciación y que son más productivas, mientras que la sombra estimula la formación de plantas más altas con menor diferenciación y menos productivas (Castillo, 1957, 1966, citado por Arcila, et al. 2007b).

6.10.2. Influencia de los factores climáticos.

Temperatura.- En diferentes investigaciones se ha encontrado que la temperatura óptima para el crecimiento del café está entre 19 y 21 °C, con un límite inferior de 13°C y uno superior de 32°C. Por fuera de estos límites el crecimiento es casi nulo y la productividad muy baja (Arcila, et al. 2007 b).

Requerimientos de luz.- Los almácigos de café pueden establecerse a plena exposición solar, no menos de 13 horas de sol/día en el crecimiento de las plantas en el almácigo se retarda. De acuerdo a la investigación realizada por Salinas y Saritama (2013), sobre la influencia de la sombra y época de siembra en la dinámica de crecimiento del café en vivero, en Yantzaza y Chaguarpamba. De la cual demostraron, que los mejores resultados se obtienen con un 80 y 50 % de sombra favoreciendo mejor el crecimiento de las plántulas de café.

6.11. Plagas y enfermedades

6.11.1. Plagas

6.11.1.1. Nematodos (*Meloidogyne exigua*)

Son gusanos microscópicos, los daños se localizan en el sistema radicular, produce la formación de agallas o nudos en las puntas de las raíces, bloquean y destruyen los pelos absorbentes (Castañeda, 2000).

Son gusanos muy pequeños que dañan a las raicillas de los cafetos al producirles nódulos, succionan las células de las raíces y a medida que crecen las plantas no existe buena adsorción de agua y nutrientes. El problema puede evitarse produciendo plantas en germinadores y viveros, con desinfección de sustrato utilizando agua caliente (Cuba, 2006).

6.11.1.2. Cochinillas (*Coccus viridis*)

La escama verde *Coccus viridis* (green) aparece en algunas plantas después del trasplante, generalmente acompañada de fumagina y hormigas. Una de las formas de poder controlarlos es quitando las hojas y limpiando las ramas con un paño áspero (Cuba, 2006).

Las escamas pueden debilitar las plantas, e incluso pueden causar la muerte, mediante la succión de savia, inyección de toxinas y por la excreción de miel de rocío, que sirve como sustrato para el establecimiento y desarrollo de fumaginas (Kondo y Muñoz, 2009, citado por ICA, 2011).

6.11.1.3. Minador de hoja (*Leucoptera coffeella*)

Son larvas de mariposa, para alimentarse comen internamente las hojas, formando manchas irregulares características de la plaga, las manchas viejas presentan separación de la epidermis superior y la inferior que al separarlas se puede observar las larvas de la mariposa. Una vez crecidas llegan a formar capullos en forma de tela de araña, que dura más o menos dos semanas, para luego pasar al estado de crisálida y emerger como adulto de mariposa (Cuba, 2006).

Atacan en época seca, los adultos son mariposas blancas, las larvas penetran en el interior de las hojas formando galerías, las hojas presentan manchas oscuras de forma irregular con el centro pardo oscuro (Castañeda, 2000).

El minador de la hoja en adulto es una pequeña mariposa nocturna que pone sus huevos sobre las hojas. Luego de una semana, nacen pequeñas larvas que penetran a la hoja y comienzan a alimentarse de sus estructuras internas (Proyecto Jatun Sach'a, 2009).

6.11.1.4. Broca del café (*Hypothenemus hampei*)

Es un insecto que se aloja en el fruto y se alimenta de la semilla, siendo la principal plaga del café causando graves daños económicos, los frutos atacados son de poco peso o grano vano, son de baja calidad, tienden a caerse y se puede perder gran parte de la cosecha hasta el 80 % de la producción cuando el ataque es severo (Proyecto Jatun Sach'a, 2009).

Ataca cuando los frutos están duros, es un insecto que perfora los frutos y se alimenta de ellos, la hembra muerde y arranca los tejidos del fruto con sus mandíbulas y lo saca con sus patas, la hembra pone de 15 a 60 huevos por fruto; de huevo a hembra adulta demora 21 días (Castañeda, 2000).

Es un gorgojo pequeño de color negro brillante que perfora la región de la corona haciendo galerías en el interior de los frutos, donde se reproduce y deja larvas que causan la destrucción de semillas que son utilizadas para su alimentación, en las zonas más calurosas la infestación es mayor. Tiene un promedio de vida de 156 días, la hembra pone de 31 hasta 119 huevos en toda su vida (Cuba, 2006).

6.11.2. Enfermedades

6.11.2.1. Quema o derrite (*Phoma sp*)

En hojas produce manchas oscuras irregulares y encrespamientos, los brotes y ramas se secan de la punta hacia abajo. Causa la formación de brotes en roseta, sequedad de ramas y frutos momificados de color negro (Barrientos, 2011).

Enfermedad producida por un hongo que ataca los brotes, las hojas, las ramas y los frutos tiernos. En las hojas la mancha es oscura y deprimida, que causa la muerte de las hojas y ramas tiernas, perjudicando el crecimiento de las ramas productivas (Cuba, 2006).

6.11.2.2. Mal de almácigos (*Rhizoctonia solani*)

Es una enfermedad de plantas pequeñas, el síntoma característico es la presencia de una lesión en la región del cuello de las plántulas, a medida que avanza la mancha éstas se marchitan y se doblan en el lugar de la lesión. Para matar a los hongos y nematodos se debe desinfectar el sustrato con agua hirviente, en el vivero aplicar una mezcla de 1 kg de ceniza en 10 litros de agua (Cuba, 2006).

El hongo ataca a la cabeza de fosforo ya formada, estrangula el cuello del tallo y mata a la plantita (Castañeda, 2000).

6.11.2.3. Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*)

Ataca al inicio de la floración y en la bajada de lluvias, la infección ocurre en el envés de las hojas, empieza con manchas muy pequeñas de color amarillo claro, crecen rápidamente y se cubren de un polvo anaranjado, en ataques severos se produce la caída de las hojas, esta enfermedad se torna severa en zonas cálidas y lluviosas (Castañeda, 2000).

Es causada por un hongo que ataca solamente a las hojas. Los síntomas característicos son manchas amarillas en el envés, afecta más en zonas bajas hasta una altitud de 1200 m, donde la infección alcanza el 60 % en la mayoría de las plantaciones (Cuba, 2006).

Los ataques más fuertes de roya se dan en cafetales muy sombreados, con exceso de humedad o en cafetales desnutridos expuestos al sol. Debajo de las hojas aparecen pequeñas manchas de color amarillo claro que luego se tornan anaranjados, en ataques avanzados se observan manchas en la parte superior de las hojas (Proyecto Jatun Sach'a, 2009).

6.11.2.4. Cercosporiosis (*Cercospora coffeicola*)

Ataca desde el vivero hasta cafetales adultos, especialmente cuando el suelo tiene poca materia orgánica, las plantas están a pleno sol o con poca sombra. Se inicia con pequeñas manchas circulares de color marrón rojizo en las hojas y a medida que crecen el centro se hace gris rodeado de un aro rojizo. En los frutos atacados, la pulpa se pega a la semilla y provoca la mancha en el café pergamino (Proyecto Jatun Sach'a, 2009).

Es una enfermedad muy común, que se presenta en plantas de vivero mal conducido y cafetales con deficiencia de nutrientes, causando defoliaciones que retardan su crecimiento, atacan a los frutos próximos a la maduración especialmente en las partes más expuestas al sol. Los síntomas se dan en las hojas, inicialmente se forman pequeñas manchas circulares de color pardo, cuyo centro posteriormente adquiere un color blanco, rodeado de un anillo o halo rojizo o amarillento (Cuba, 2006).

Afecta a la planta cuando está mal nutrida y cuando está expuesta al sol, presenta manchas en las hojas casi redondas y de color pardo rojizo, con el centro pardo grisáceo casi blanco, alrededor de la mancha se forma un anillo amarillento o clorótico, en los frutos

produce manchas de color pardo a negruzco, en la parte expuesta al sol la pulpa se pega a la semilla (Castañeda, 2000).

6.11.2.5. Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)

Se presenta en cafetales abonados, sobre tejidos dañados por otras enfermedades, insectos o maltrato. La enfermedad pudre los cogollos y se caen las hojas, las ramas se ennegrecen y secan; en bordes y puntas de las ramas aparecen manchas irregulares de color café oscuro, los frutos verdes y pintones atacados se manchan (Proyecto Jatun Sach'a, 2009).

Se presenta en brotes y hojas tiernas, necrosando los bordes y las puntas, formando manchas irregulares de color café oscuro, ocasiona lesiones, muerte en hojas y tallos crecimiento retardado de las plantas, frutos manchados y arrugados (Barrientos, 2011).

6.11.2.6. Damping Off (*Rhizoctonia solani*)

Se lo reconoce por la presencia de círculos en el pregerminadero donde la semilla no desarrolla su crecimiento, también se hace presente en el vivero (Sociedad Guapomó – MINGA, 2008).

Esta enfermedad ocurre en los semilleros de cafetos y se manifiesta en focos donde hay pobre emergencia. Los síntomas que se observan son manchas oscuras en las raíces y canchales en la base de los tallos. Los hongos son habitantes del suelo y sobreviven en material vegetal infectado o formando estructuras especializadas (Rodríguez, 2015).

6.12. Relación beneficio costo

La relación beneficio costo, conocido como índice de rentabilidad, resulta del cociente de los valores actualizados de los beneficios netos y el valor de la inversión en el año cero. Como también puede definirse como la división entre el producto de los beneficios y los costos del proyecto actualizados por el factor de descuento (Riquelme, 2011).

Relación Beneficio/Costo > 1, Significa que el valor de los beneficios son superiores a los costos del proyecto, por tanto, la regla de decisión sería aceptar el proyecto y recomendar la ejecución de inversiones.

Relación Beneficio/Costo = 1, Significa que el valor de los beneficios del proyecto son iguales a sus costos, en este caso es identificar aceptar o rechazar el proyecto; pero antes de decidir por una u otra decisión, es recomendable realizar algunos ajustes y volver a evaluar el proyecto.

Relación Beneficio/Costo < 1, Significa que el valor de los beneficios son menores a los costos del proyecto, en este caso la regla de decisión es rechazar el proyecto.

VII.MATERIALES Y METODOS

7.1. Ubicación Geográfica

El Municipio de Puerto Rico, se encuentra localizado en la Primera Sección de la Provincia Manuripi del Departamento de Pando, Puerto Rico se fundó como capital con el mismo nombre, el 18 de Mayo de 1.891.

Mediante Ley del 24 de Septiembre de 1938, emitido por el Presidente Institucional de la Republica Tcnl. Germán Busch, se establece a Puerto Rico como Capital de la Primera Sección de la Provincia Manuripi, y del Departamento de Pando, posteriormente con la Ley del 9 de Mayo de 1.939 se transfiere la Capital del Departamento a la Ciudad de Cobija.

El Municipio de Puerto Rico, se encuentra ubicado a 166 Km de la Capital Cobija, está en el centro del Departamento de Pando. Está al sudeste de la ciudad de Cobija, entre los paralelos 67º y 68º de longitud oeste y entre los 11º y 11º 50' latitud Sur. (P.T.D.I. 2016-2020 del Municipio de Puerto Rico).

7.1.1. Límites con otras Entidades territoriales

Puerto Rico Limita al Norte con los Municipios Bella Flor y Santa Rosa, al Sur con los Municipios del Sena, al Este con el Municipio de San Pedro y al Oeste con el Municipio de Filadelfia, de la Provincia Manuripi. (P.T.D.I. 2016-2020 del Municipio de Puerto Rico).

7.1.2. Altitud

El Municipio de Puerto Rico presenta paisajes diversos, presentando variaciones en casi todo su territorio. Esta comprendido en la Provincia Fisiográfica de la Llanura Chaco Beniana, caracterizadas por planicies con alturas mayores a 150 msnm, de disección ligera, moderada y fuerte, llanuras aluviales amplias y valles menores e incisiones.

7.1.3. Suelos

Los suelos en el Municipio de Puerto Rico varían considerablemente según la zona, hay zonas altas y bajas, los cuales hay zonas donde los suelos son bien drenados, con ph y conductividad eléctrica, nutrientes esenciales clasificados suelos apto para la agricultura,

mientras hay zonas en las que el suelo no son drenados con acidez muy baja y falta de elementos y nutrientes en el suelo mayormente son bien compactados evitando la acción emergente de las plantas. (P.T.D.I. 2016-2020 del Municipio de Puerto Rico).

7.1.4. Clima y Precipitación

Roca, J. L. (2015). Menciona el clima de Puerto Rico es de tipo tropical húmedo, con una temperatura media anual de 26 °C. Las precipitaciones son abundantes, con un promedio anual de 2.500 mm. El periodo de lluvias se extiende de noviembre a abril.

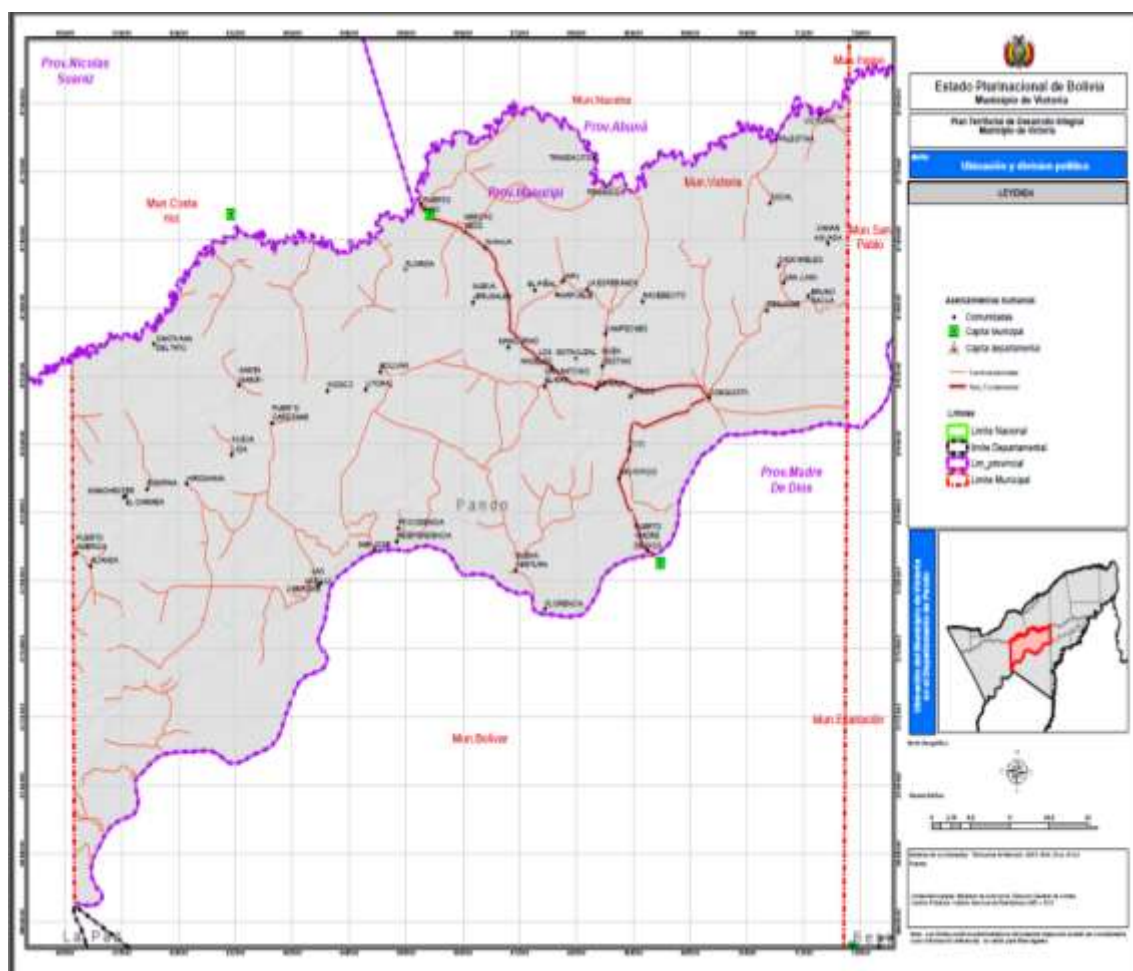


Figura 1. Ubicación del municipio de Puerto Rico

Fuente. . P.T.D.I. 2016-2020 del Municipio de Puerto Rico

7.1.5. Ubicación de la comunidad Avaroa

Para la presente investigación se lo realizó en la comunidad Avaroa, que se encuentra a 10 Km de Puerto Rico, carretera troncal hacia el Municipio de El Sena, donde cuenta con todos los servicios básicos, fuentes de agua, accesibilidad, red eléctrica, internet, telefonía.



Figura 2. Localización de la comunidad Avaroa.

Fuente: Google Eart

7.2. Materiales

Tabla 2. *Material genético e insumos*

Nº	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD
1	Estiércol de Vacuno	Bolsa	3
2	Materia Orgánica	Bolsa	3
3	Gallinaza	Bolsa	3
4	Semilla de café	Gramos	500

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. *Materiales de Campo*

Nº	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD
1	Azadón	Pieza	2
2	Cinta métrica	Pieza	1
3	Bolígrafos	Pieza	10
4	Martillo	Pieza	2
5	Carretilla.	Pieza	1
6	Clavo 2 plg.	Kilo	1
8	Estaca.	Pieza	28
9	Flexómetro.	Pieza	1
10	Brocha.	Pieza	1
11	Letrero.	Pieza	9
12	Machete	Pieza	1
13	Lampa	Pieza	1
14	Tablero de campo	Pieza	1
15	Regadera	Pieza	3
16	Rastrillo	Pieza	2
17	Bolsa de polietileno	Unidad	500

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Material de Gabinete

N°	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD
1	Anillado	Global	9
2	Hojas Boom tamaño carta	Paquete	2
3	Impresora	Unidad	1
4	Computadora de mesa	Unidad	1
5	Celular (Fotografías)	Unidad	1
6	Hojas de registro de datos	Global	5
7	Lápices	Unidad	1

Fuente: Elaboración propia

7.3. Métodos

7.3.1. Metodología de la investigación

El enfoque de la investigación es experimental, porque se evaluará los efectos de los diferentes sustratos para la germinación de las semillas y su crecimiento hasta los 90 días después de la germinación en etapa de vivero.

7.3.2. Método de la investigación

La metodología de la investigación se desarrolló de la siguiente manera:

- ✓ Limpieza y preparación del Área experimental
- ✓ Establecimiento del vivero
- ✓ Obtención de semillas
- ✓ Preparación de los sustratos
- ✓ Llenado de bolsas con sustrato
- ✓ Labores culturales.

7.3.3. Diseño de investigación

En la presente investigación se utilizó un diseño de investigación de experimentos puros y verdaderos, donde se manipulo a la variable independiente para luego ver su efecto o

respuesta en la variable dependiente. Se utilizó médelo experimental de bloques completamente al azar (DBCA), contando con un total de 3x3.

7.3.4. El modelo aditivo lineal

Es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \varepsilon(ijk)$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera.

μ = Media general del experimento.

α_i = Efecto del i-ésimo cultivar de asaí

β_k = Efecto del k-ésimo tipo de sustrato.

$(\alpha\beta)_{ik}$ = Interacción entre el i-ésimo uso del cultivar de café con el j-ésimo tipo de sustrato.

$\varepsilon(ijk)$ = Error experimental.

7.4. Análisis estadístico y pruebas de significancia

A los resultados que se obtendrán en campo se les aplicara un análisis de varianza simple y análisis de efecto entre factores para las variables seleccionadas y en aquellas que se obtuvo significancia se realizara la comparación de medias según la prueba de rango múltiple de Tukey al 5%; de significancia.

7.5. Área de trabajo en el vivero

El vivero Experimental está ubicado en la Comunidad Avaroa, que presenta una superficie plana, con facilidad de drenaje, libre acceso a vías de comunicación, posee acceso a una fuente de agua, presenta una sombra artificial de hoja de Motacú del 50% se tubo control de maleza en el área trabajo en el vivero, para evitar enfermedades y plagas.

7.6. Características del campo experimental

7.6.1. Factores en estudio

Para la presente investigación los factores de estudio son:

Tabla 5. *Dosis de sustrato*

BLOQUES	REP.	SUSTRATO ORGANICO	DOSIS
B.I	T1	Tierra del lugar + Materia Orgánica	75% + 25%
	T2	Tierra del lugar + Estiércol de Vacuno	75% + 25%
	T3	Tierra del lugar + Gallinaza	75% + 25%
B.II	T1	Tierra del lugar + Materia Orgánica	75% + 25%
	T2	Tierra del lugar + Estiércol de Vacuno	75% + 25%
	T3	Tierra del lugar + Gallinaza	75% + 25%
B.III	T1	Tierra del lugar + Materia Orgánica	75% + 25%
	T2	Tierra del lugar + Estiércol de Vacuno	75% + 25%
	T3	Tierra del lugar + Gallinaza	75% + 25%

Fuente: Elaboración propia

7.6.2. Del diseño experimental de Bloques al Azar distribución aleatorizada

Tabla 6. *Aleatorización del diseño experimental*

TRATAMIENTOS	BLOQUES		
	I	II	III
T1	T.2	T.3	T.1
T2	T.3	T.2	T.2
T3	T.1	T.1	T.3

Fuente: Elaboración propia

7.6.3. De las Parcelas

Tabla 7. *Dimensiones de la parcela experimental*

Numero de parcelas/bloque:	3
Número total de parcelas:	9
Largo de parcela:	0,5 m.
Ancho de parcela:	0,4 m.
Espacios entre unidades experimentales	0,5 m
Área total de las unidades experimentales	1 m ²

Fuente: Elaboración propia

7.6.4. De los Bloques.

Tabla 8. *Dimensiones de los bloques*

Numero de bloques:	3
Largo de Bloques:	4.1 m.
Ancho de bloques:	0,4 m
Pasillo entre bloque:	0,5 m
Bordes de los Bloque:	0,5 m
Área de bloque:	1,64 m ²
Área total de bloque:	5,5 m ²

Fuente: Elaboración propia

7.6.5. Diseño de la Parcela experimental

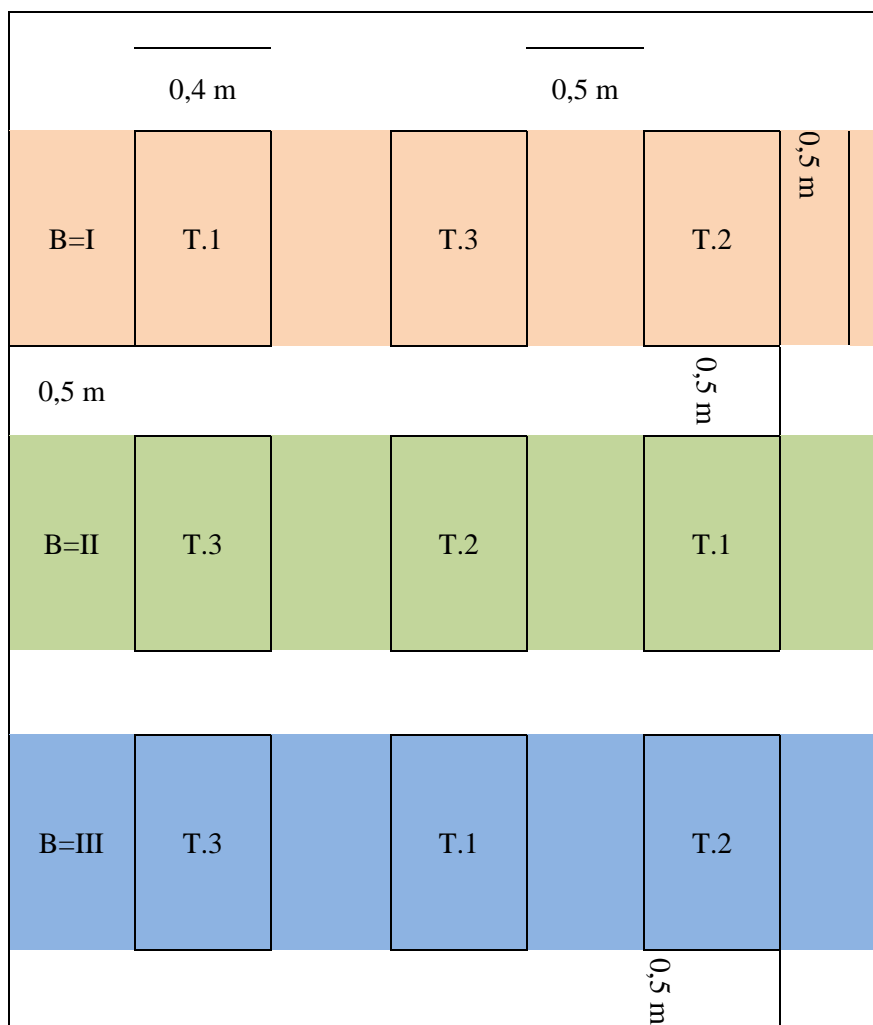


Figura 3. Croquis de la parcela experimental

Fuente: Elaboración propia

7.7. Procedimiento del experimento

7.7.1. Ubicación del campo experimental

El vivero Experimental está ubicado en la Comunidad Avaroa, del Municipio de Puerto Rico con las coordenadas Latitud 11°8'58.42"S y Longitud 67°28'10.34"O, presenta una superficie plana, con facilidad de drenaje, libre acceso a vías de comunicación, posee acceso a una fuente de agua, presenta una sombra del 50% con hoja de motacú

7.7.2. Preparación del área experimental

Se realizó la limpieza del vivero donde se ubicó el área experimental; el cual se caracteriza por ser un área de barbecho, el techo cubierto por un material que permite el 50% de semi sombra para el normal desarrollo de los plantines de palmeras y otras especies forestales. Una vez realizada la limpieza se colocó las estacas y listones para delimitar los bloques y el espacio de los pasillos.

7.7.3. Preparación de los materiales para los sustratos

Los sustratos utilizados se encontraron en el mismo lugar y tienen las siguientes características: La tierra del lugar, es de color negruzco y de textura Franco limos. Entre los abonos se utilizaron el estiércol de bovino, en total estado de descomposición, proveniente de las granjas que se dedican a la ganadería, este utilizado para preparación de abonos orgánicos. En cuanto a la gallinaza, traída de la misma comunidad que se dedican a la crianza de gallinas, en estado de descomposición y liviano. La materia orgánica fue extraída del bosque cercano a la comunidad, principalmente de la que se encuentra en la capa superficial.

7.7.4. Mezclado de los sustratos y llenado en bolsas de polietileno

Una vez que se dispuso de los materiales en el vivero, se realizó el tamizado correspondiente y el mezclado de los sustratos (considerando la relación 3:1) que se detalla a continuación:

- Sustrato 1 (T1), consistió en utilizar 3 partes de tierra del lugar y 1 parte de materia orgánica.
- Sustrato 2 (T2), consistió en utilizar 3 partes de tierra del lugar y 1 parte de estiércol de bovino.
- Sustrato 3 (T3), consistió en utilizar 3 partes de tierra del lugar y 1 parte de gallinaza.

Posteriormente los sustratos mezclados se llenaron en las bolsas de polietileno y se preparó 20 bolsas por cada tratamiento, totalizando 240 unidades bolsas.

7.7.5. Obtención de semillas

La obtención de las semillas, fue realizada en la misma comunidad Avaroa del municipio de Puerto Rico, donde se seleccionaron las plantas madres la de mayor tamaño y vigorosa.

7.7.6. Tratamientos pregerminativos

Una vez seleccionada y obtenidas las semillas, se la remojo en un balde con agua, donde las semillas que bogaron fueron descartadas y se dejó remojando en un periodo de 24 horas, para así retirar más fácil la cascarilla y para luego realizar la siembra.

7.7.7. Siembra experimental (en bolsas de polietileno)

La siembra experimental se realizó una vez que las bolsas de polietileno estuvieron preparadas con los diferentes sustratos y ordenadas en el área experimental, en los 3 bloques y distribuidas al azar a los 3 tratamientos en cada bloque.

7.7.8. Control de labores culturales

El riego fue realizado cada día en horas tempranas de la mañana, observando la capacidad de campo de la unidad experimental, exceptuando los días lluviosos. El control de malezas se realizó en etapas posteriores a la germinación de las plantas, con el debido cuidado (evitando problemas de marchitamiento de la planta). Por lo tanto fue necesario humedecer el sustrato para poder desherbar. En cuanto a plagas y a enfermedades no se presentó.

7.8. Toma de Datos

7.8.1. Análisis de días a germinación

Se registró el conteo de las semillas germinadas de cada tratamiento y de cada bloque, registrando desde el momento de la siembra hasta que haya germinado el 50% + 1 de semillas, en este caso se contabilizó los días hasta haya germinado más del 50% de las semillas sembradas y se identificó por la aparición de los cotolidones.

7.8.2. Altura de plantines

Se realizó cinco mediciones al azar e identificadas en cada tratamiento y en cada bloque, las mediciones se realizaron desde el cuello de la plántula hasta el ápice de la misma; se registró hasta los 90 días de crecimiento de las plántulas.

7.8.3. Diámetro del tallo

Se realizó cinco mediciones al azar de los diámetros del estípite de las plántulas, a un centímetro de altura sobre el nivel del sustrato y se registró hasta los 90 días de crecimiento. La herramienta que se utilizó fue cinta métrica.

7.8.4. Número de hojas

Se realizó en conteo del número de hojas de cinco plántulas, identificadas en cada tratamiento y en cada bloque, desde la germinación de las semillas y se registró hasta los 90 días de crecimiento.

VIII. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se analizó el efecto de la aplicación de tres sustratos para el cultivo de café, estos datos fueron analizados a través del análisis de varianza realizando la comparación de medias de Tuckey al 0.05%; para ello se tomaron las siguientes variables (Días a germinación y diámetro de tallo, Altura de planta y número de hoja a los 90 días).

8.1. Calculo Días a germinación

Tabla 9. *Análisis de la varianza para la variable días a germinación*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍAS A GERMINACIÓN	9	0,76	0,68	1,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,67	2	5,33	9,6	0,0135
TRATAMIENTOS	10,67	2	5,33	9,6	0,0135
Error	3,33	6	0,56		
Total	14	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,86729

Error: 0,5556 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
T3	48,33	3	0,43	A	
T2	47	3	0,43	A	B
T1	45,67	3	0,43		B

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

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza y la prueba Tukey al 5%, muestran que existe una diferencia significativa entre las medias de los tres tratamientos (p -valor = 0,0135). Esto significa que al menos dos de los tratamientos tienen tiempos de germinación significativamente diferentes.

Los resultados de la prueba de Tukey muestran que las medias de los tratamientos 2 y 3 no son significativamente diferentes (p -valor = 0,466). Sin embargo, la media del tratamiento 1 es significativamente diferente de las medias de los tratamientos 2 y 3 (p -valor = 0,000).

Los resultados del análisis de la varianza muestran que existe una diferencia significativa entre las medias de los tres tratamientos para el tiempo de germinación de las semillas de café (*Coffea arabica*). La prueba de Tukey muestra que las medias de los tratamientos T2 y T3 no son significativamente diferentes, pero la media del tratamiento T1 es significativamente diferente de las medias de los tratamientos T2 y T3.

Estos resultados sugieren que el tratamiento T1 tiene un efecto significativo en el tiempo de germinación.

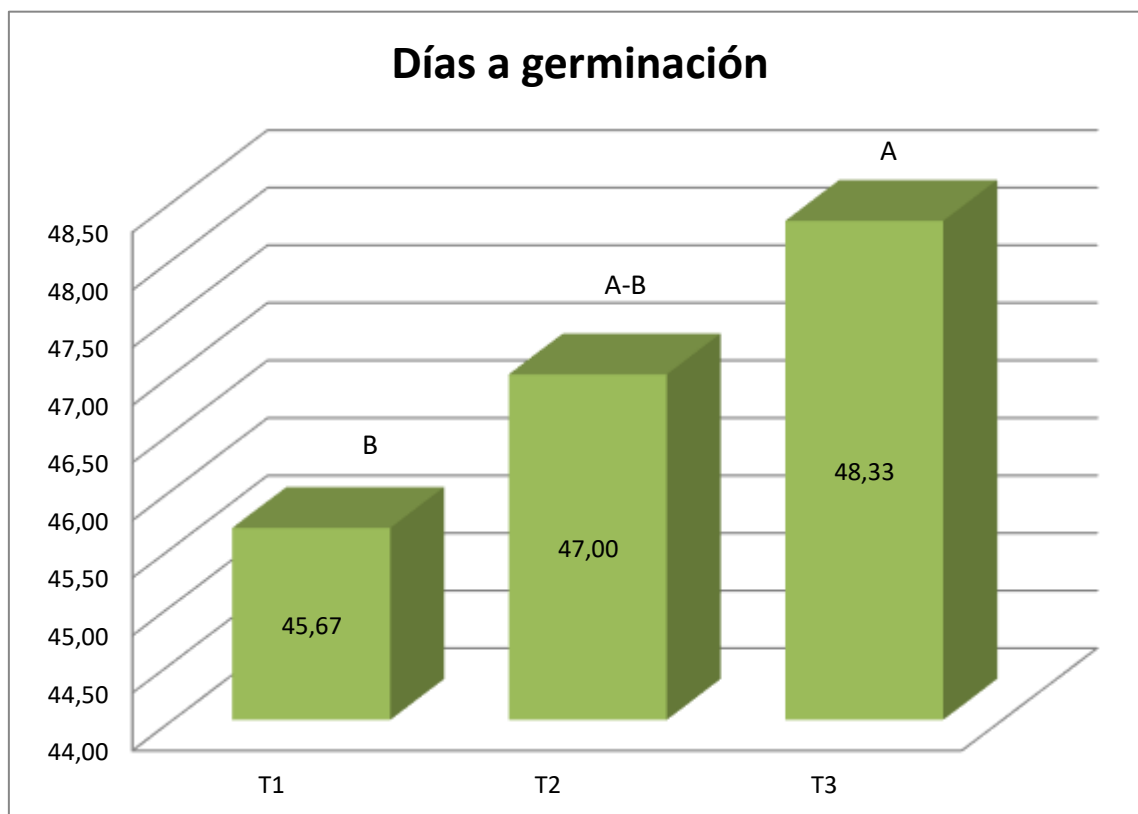


Figura 4. Promedio de días a germinación, del cultivo de café

Fuente: Elaboración propia

8.2. Cálculo altura de plantines

Tabla 10. Análisis de la varianza para la variable altura de plantines

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA CM	9	0,65	0,53	1,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,22	2	3,11	5,6	0,0424
TRATAMIENTOS	6,22	2	3,11	5,6	0,0424
Error	3,33	6	0,56		
Total	9,56	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,86729

Error: 0,5556 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
T3	38,67	3	0,43	A	
T2	38	3	0,43	A	B
T1	36,67	3	0,43		B

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

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza y la prueba Tukey al 5%, muestran que existe una diferencia significativa entre las medias de los tres tratamientos (p -valor = 0,0424). Esto significa que al menos dos de los tratamientos tienen alturas de planta significativamente diferentes.

Los resultados de la prueba de Tukey muestran que las medias de los tratamientos T2 y T3 no son significativamente diferentes (p -valor = 0,707). Sin embargo, la media del tratamiento T1 es significativamente diferente de las medias de los tratamientos 2 y 3 (p -valor = 0,0424).

Los resultados del análisis de la varianza muestran que existe una diferencia significativa entre las medias de los tres tratamientos para la altura de planta de las plantas de café (*Coffea arabica*) a los 90 días. La prueba de Tukey muestra que las medias de los tratamientos T2 y T3 no son significativamente diferentes, pero la media del tratamiento T1 es significativamente diferente de las medias de los tratamientos T2 y T3.

Estos resultados sugieren que el tratamiento T3 en altura de las plantas de café a los 90 días tiene un efecto significativo en la altura de planta.

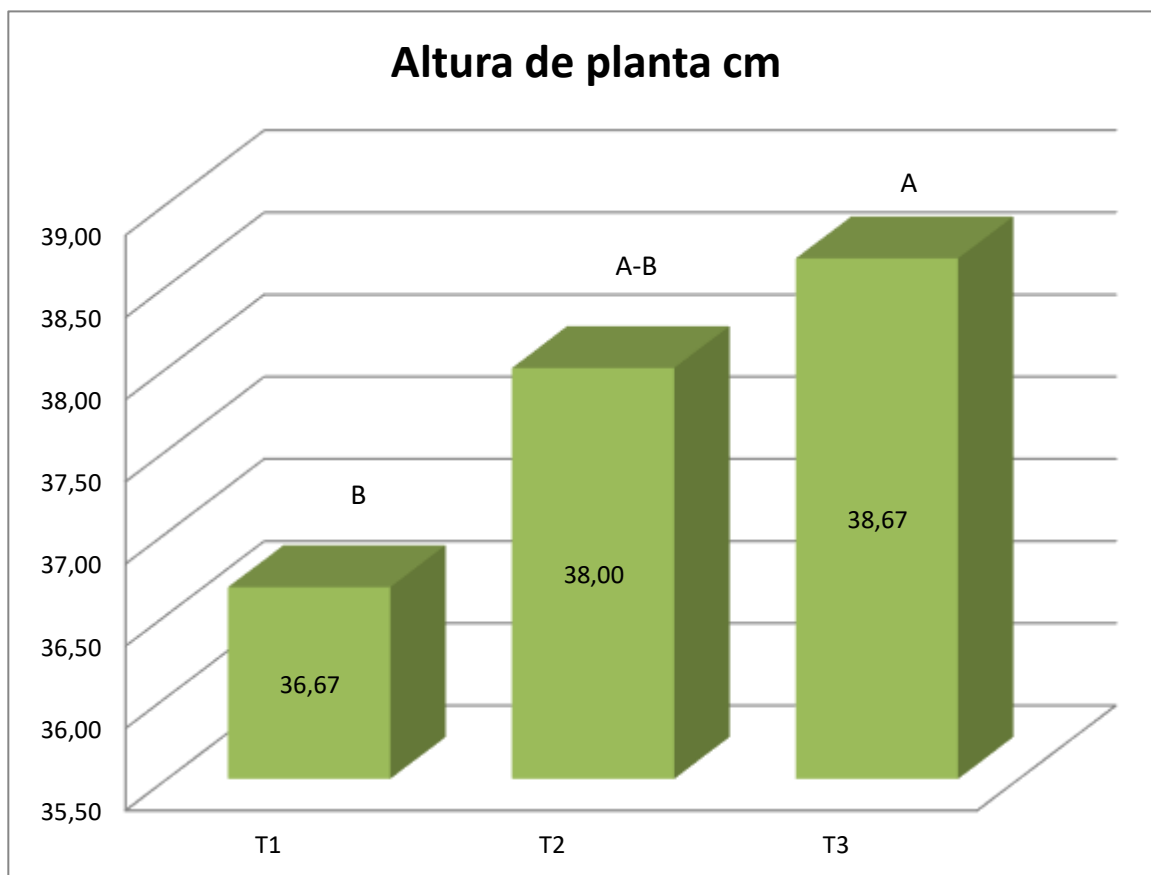


Figura 5. Promedio de altura de planta (cm), del cultivo de café

Fuente: Elaboración propia

8.3. Cálculo diámetro del tallo

Tabla 11. Análisis de la varianza para la variable diámetro del tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIÁMETRO DEL TALLO CM	9	0,31	0,08	4,4

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	2	4,40E-03	1,33	0,3318
TRATAMIENTOS	0,01	2	4,40E-03	1,33	0,3318
Error	0,02	6	3,30E-03		
Total	0,03	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14464

Error: 0,0033 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	1,33	3	0,03	A
T2	1,33	3	0,03	A
T1	1,27	3	0,03	A

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

Fuente. Elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza y la prueba Tukey al 5%, mostraron que los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en el diámetro de tallo ($F = 1,33$, $p = 0,3318$). Esto significa que no hay evidencia estadística para concluir que los tratamientos T1, T2 y T3 produjeron plantas con diámetros de tallo significativamente diferentes.

En este caso, la prueba Tukey mostró que no hay diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2 y T3 ($p > 0,05$).

Los resultados de este estudio sugieren que los tratamientos T1, T2 y T3 no tuvieron un efecto significativo en el diámetro de tallo de las plantas de café. Todas las medias de los tratamientos fueron similares y no se encontraron diferencias significativas entre ellas.

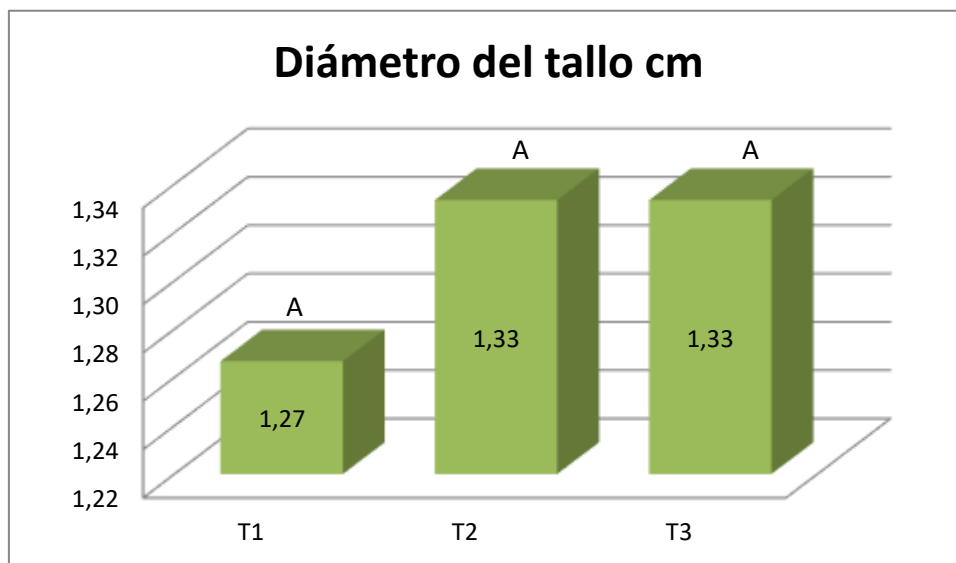


Figura 6. Promedio de diámetro de tallo (cm), del cultivo de café

Fuente: Elaboración propia

8.4. Cálculo de número de hojas

Tabla 12. Análisis de la varianza para la variable número de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NÚMERO DE HOJAS	9	0,59	0,45	3,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,89	2	1,44	4,33	0,0685
TRATAMIENTOS	2,89	2	1,44	4,33	0,0685
Error	2	6	0,33		
Total	4,89	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,44640

Error: 0,3333 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	16,67	3	0,33	A
T2	16,33	3	0,33	A
T1	15,33	3	0,33	A

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

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza y la prueba Tukey al 5%, se utilizó para comparar el número de hojas de tres grupos de plántulas: T1, T2 y T3. El resultado del análisis de varianza, con un valor de $p = 0,0685$, indica que existe una probabilidad del 6,85% de que las diferencias en el número de hojas entre los grupos sean debidas al azar. En otras palabras, el análisis de varianza no proporciona evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que las medias de los tres grupos son iguales.

La prueba de Tukey, con un valor de $DMS = 1,44640$, indica que se puede rechazar la hipótesis nula de que las medias de los tres grupos son iguales. Sin embargo, la prueba de Tukey también indica que no hay diferencias significativas entre las medias de los grupos T1, T2 y T3.

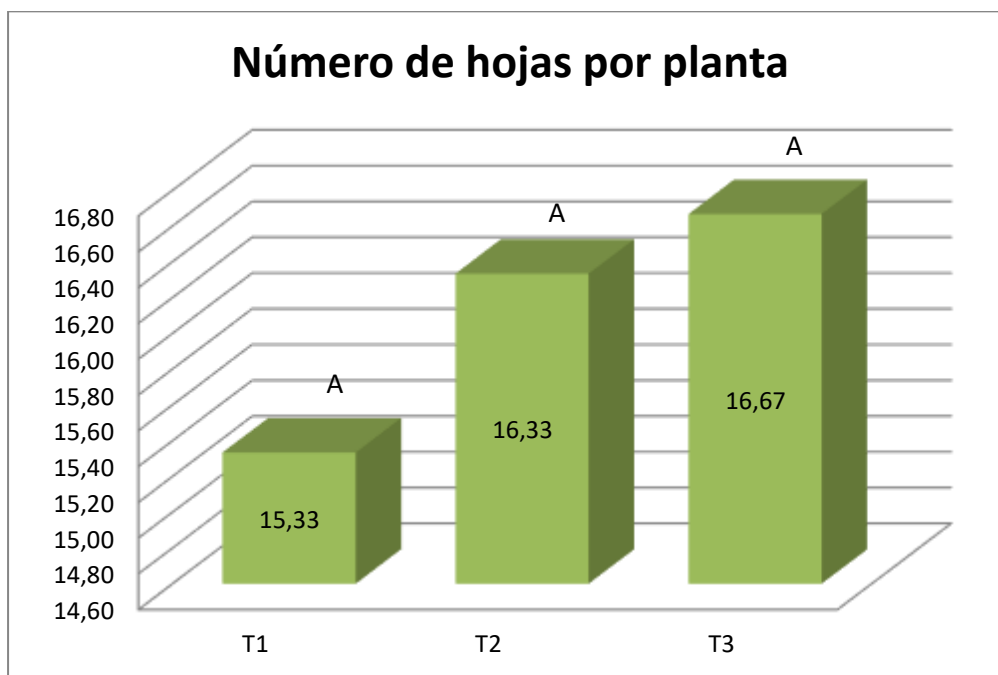


Figura 7. Promedio de número de hojas por planta, del cultivo de café

Fuente: Elaboración propia

IX. DISCUSIÓN

El efecto de la utilización de abonos orgánicos en la producción de plántula es muy favorable en cuanto al crecimiento longitudinal de las plantas de café (Castellón et al. 2000 y Romero et al. 2000), los mismos pueden ser utilizados en otros cultivos ya que cumplen las mismas funciones de nutrición y ayudan para el crecimiento y desarrollo de plántulas.

9.1. Efecto en días a germinación

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 9) y la prueba de Tukey al 5% indican que el sustrato afecta el tiempo de germinación de las semillas. Los sustratos T2 y T3 tienen tiempos de germinación similares, mientras que el sustrato T1 tiene un tiempo de germinación significativamente menor. Como se muestra en la Figura 4, no hay diferencia significativa entre los tratamientos, donde el T2 = 47 días y T3 = 48,33 días, siendo estos días que demoraron en germinar más del 50 %. Y sí hubo diferencia significativa con el T1 = 45,67 días, siendo este el de menor días que demoró para su germinación.

En un estudio realizado por Cenicafé (2001), se encontró que la germinación de la semilla del cultivo del café (*Coffea arabica*) ocurrió en un promedio de 40 días. En este estudio, se cultivaron diferentes variedades de café en condiciones controladas.

En otro estudio realizado por Arcila et al. (2017), se encontró que la germinación de la semilla del cultivo del café (*Coffea arabica* var. Caturra) ocurrió en un promedio de 35 días. En este estudio, se cultivaron plantas de café en condiciones controladas a una temperatura de 25 grados Celsius y una humedad relativa del 70%.

9.2. Efecto en altura de planta

Con relación a la segunda variable evaluada “Altura de las Plántulas de Café”. Los resultados del análisis de varianza (tabla 10) y la prueba de Tukey al 5% indican que las medias de los tratamientos T2 y T3 no son significativamente diferentes, pero la media del tratamiento T1 es significativamente diferente de las medias de los tratamientos T2 y T3. Como se puede ver en la figura 5, las medias de los tratamientos fueron T1 = 36,67 cm, siendo

este que tuvo menor altitud de las plantas, el T2 = 38 cm y el T3 = 38 cm, siendo este que tuvo mayor altitud de las plantas.

En un estudio realizado por Cenicafé (2001), se encontró que la altura media de planta de café (*Coffea arabica*) a los 90 días fue de 42 centímetros. En este estudio, se cultivaron diferentes variedades de café en condiciones controladas.

En otro estudio realizado por Arcila et al. (2017), se encontró que la altura media de planta de café (*Coffea arabica* var. Caturra) a los 90 días fue de 36 centímetros. En este estudio, se cultivaron plantas de café en condiciones controladas a una temperatura de 25 grados Celsius y una humedad relativa del 70%.

En un estudio realizado por López et al. (2019), se encontró que la altura media de planta de café (*Coffea arabica*) a los 90 días fue de 50 centímetros. En este estudio, se cultivaron plantas de café en condiciones controladas a una temperatura de 20 grados Celsius y una humedad relativa del 60%.

En general, los resultados de estos estudios indican que la altura de planta del cultivo del café a los 90 días oscila entre los 30 y los 60 centímetros. Sin embargo, este rango puede variar en función de los factores mencionados anteriormente.

9.3. Efecto en el diámetro del tallo

Por otra parte al establecer la variable diámetro del tallo de las plántulas de café, se determinó que está en relación directa con la altura de las plantas, mientras mayor altura tenga mayor será su diámetro; donde los mejores resultados se observaron del análisis de varianza (tabla 11) y la prueba de Tukey al 5% indican que las medias de los tratamientos T1, T2 y T3 no tuvieron un efecto significativo en el diámetro de tallo de las plantas de café. Como se evidencia en la figura 6, las medias de los tratamientos fueron T1 = 1,27 cm, fue el que obtuvo menor resultado en diámetro del tallo, y los tratamientos T2 y T3 = 1,33, siendo estos que obtuvieron el mayor resultado.

Cenicafé (2001), se encontró que el diámetro medio de tallo de planta de café (*Coffea arabica*) a los 90 días fue de 1,5 centímetros. En este estudio, se cultivaron diferentes variedades de café en condiciones controladas.

Arcila et al. (2017), se encontró que el diámetro medio de tallo de planta de café (*Coffea arabica* var. Caturra) a los 90 días fue de 1,2 centímetros. En este estudio, se cultivaron plantas de café en condiciones controladas a una temperatura de 25 grados Celsius y una humedad relativa del 70%.

En un estudio realizado por López et al. (2019), se encontró que el diámetro medio de tallo de planta de café a los 90 días fue de 1,8 centímetros. En este estudio, se cultivaron plantas de café en condiciones controladas a una temperatura de 20 grados Celsius y una humedad relativa del 60%.

En general, los resultados de estos estudios indican que el diámetro de tallo del cultivo del café (*Coffea arabica*) a los 90 días oscila entre los 1 y los 2 centímetros. Sin embargo, este rango puede variar en función de los factores mencionados anteriormente.

9.4. Efecto en el número de hojas

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 12) y la prueba de Tukey al 5%, indican que el sustrato afecta el número de hojas de las plantas. Los sustratos To, T1, T2 y T3 no afectan significativamente el número de hojas.

En promedio, de acuerdo a la figura 7, las plantas cultivadas en tierra con gallinaza tienen $T3 = 16,67$ hojas por planta, siendo este que obtuvo el mayor resultado, mientras que las plantas cultivadas en tierra con estiércol de bovinos tienen $T2 = 16,33$ hojas por planta y las plantas cultivadas en tierra con materia orgánica tienen $T1 = 15,33$ hojas por planta, siendo este el resultado menor de la investigación.

López et al. (2019), se encontró que el número medio de hojas por planta de café (*Coffea arabica*) a los 90 días en vivero fue de 18 hojas. En este estudio, se cultivaron plantas de café en condiciones controladas a una temperatura de 20 grados Celsius y una humedad relativa del 60%.

Cenicafé (2001), se encontró que el número medio de hojas por planta de café (*Coffea arabica*) a los 90 días en vivero fue de 15 hojas. En este estudio, se cultivaron diferentes variedades de café en condiciones controladas.

En otro estudio realizado por Arcila et al. (2017), se encontró que el número medio de hojas por planta de café (*Coffea arabica* var. Caturra) a los 90 días en vivero fue de 12 hojas. En este estudio, se cultivaron plantas de café en condiciones controladas a una temperatura de 25 grados Celsius y una humedad relativa del 70%.

En general, los resultados de estos estudios indican que el número de hojas por planta del cultivo del café, a los 90 días en vivero, oscila entre las 10 y las 20 hojas. Sin embargo, este rango puede variar en función de los factores mencionados anteriormente.

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Conclusiones

Dada la relación, análisis y comprensión del tema de Tesis, podemos determinar las siguientes conclusiones:

De acuerdo al estudio realizado en el día a germinación se concluye que al cabo de 90 días, el sustrato T1 = 45,67 días, logro obtener menor en días a germinación y el T3 = 48 días alcanzando el mayor número de días a germinación, donde se encontraron diferencias estadísticas al 5% de significancia en cuanto al día de germinación de ambas variedades.

Con respecto a la altura de la planta se observó que el sustrato T3 = Tierra del lugar más gallinaza, fue el que tuvo mayor altura en los plantines con 38,67 cm y el sustrato T2 = Tierra del lugar más estiércol, obtuvo una altura de 38 cm, el sustrato T1 = Tierra del lugar más materia orgánica, nos muestra el dato más bajo en el desarrollo de la altura de la planta con 36,67 cm, donde se encontró diferencias estadísticas entre los resultados T3 y T1.

Para la variable diámetro de tallo los sustratos T2 = Tierra del lugar más estiércol de bovino y T3= Tierra del lugar más gallinaza, obtuvieron mayor diámetro de tallo con 1,33 cm, y el sustrato T1 = Tierra del lugar más materia orgánica, tuvo un diámetro medio de tallo de 1,27 cm, siendo el que obtuvo el menor promedio de diámetro de tallo obtuvo, no habiendo diferencia significativa entre los diferentes sustratos.

Con respecto al número de hojas verdaderas concluimos que el sustrato T3 = Tierra del lugar más gallinaza, fue el que tuvo un mayor números de hojas 16,67, el sustrato T2 = Tierra del lugar más estiércol de bovino, tuvo 16,33 números de hojas, el sustrato T1 = Tierra del lugar más materia orgánica, que nos muestra el dato más bajo en el desarrollo de números de hojas con 15,33 no habiendo diferencia significativa entre los diferentes sustratos.

En conclusión el sustrato T3, fue el que obtuvo los mejores resultados, de acuerdo a las variables de toma de datos.

10.2. Recomendaciones

Se sugiere continuar con la investigación del comportamiento de los cultivares ya sembrado en el terreno definitivo para poder tener resultados que puedan ayudar a recomendar el cultivar más adecuado.

Realizar ensayos similares con nuevas variedades de café, probando diferentes tipos de sustrato, niveles de abono orgánico, sistemas de producción, cantidad de riego, escarificación de semillas, tratamientos pregerminativos, niveles de sombra y otros con la finalidad de encontrar la mejor opción de producción de plantines.

Para la elaboración de sustratos se recomienda subir el porcentaje de materia orgánica, estiércol de bovino y gallinaza, disminuyendo el porcentaje de tierra de lugar, logrando un porcentaje de 50% de tierra del lugar y 50% de los abonos orgánicos.

En lo posible, utilizar semilla certificada para realizar emprendimientos de esta naturaleza, porque la mayoría de las variedades de café presentan semillas vanas, o infestadas por algún tipo de plaga, que imposibilitan el desarrollo de la futura planta.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, M., Rojas, G. 1994. El cultivo y beneficiado del café. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 184 p.
- Arcila, J., Ciro, L., & Echeverri, A. (2017). Germinación de Coffea arabica L. var. Caturra en condiciones controladas. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 60(2), 655-662.
- Barrientos, R. 2000. El cultivo de Café en la región de los Yungas. Edit. CIMA. Bolivia. 44 p.
- Bongcam, E. (2003). Guía para compostaje y manejo de suelos. Bogotá: Convenio Andrés Bello.
- Castañeda, M. (2000). Manual de plagas y enfermedades forestales. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Casas, J. (2012). Abonos orgánicos: una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo. Revista de Agricultura Ecológica, 15(2), 1-11.
- Cenicafé. (2001). Sistemas de producción de café. Chinchiná, Colombia: Cenicafé.
- Chilón, F. (1996). Fertilidad de los suelos. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cuba, N., 2006. Manual para el cultivo del café en Yungas. Editor: Unidades Académicas Campesinas. Universidad Católica Boliviana “San Pablo”. La Paz, Bolivia. 158 p.
- Coarite, J. (2000). Evaluación de sustratos para la germinación de semillas de tembe (Bactris gasipaes). La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- FECAFEB. (2006). Memoria anual 2005-2006. La Paz: Federación de Caficultores y Exportadores de Bolivia.
- FNC (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia), 2010. El árbol y el entorno. Consultado el 25 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.cafedecolombia.com>.

- FOMENTO AL DESARROLLO URBANO Y RURAL. 2010. Propuesta Técnica Recuperación y Fomento de Cafetales en los Yungas de La Paz. Viceministerio de la Coca y Desarrollo Integral. 17 p.
- Font Quer, P. (1985). Plantas medicinales: el Dioscórides renovado. Barcelona: Editorial Labor.
- Fossati, R. y Olivera, A. (1996b). Manual de técnicas de vivero. Pp. 30-31. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Gobierno Autónomo Municipal de Puerto Rico. (2016). Plan Territorial de Desarrollo Integral 2016-2020. Puerto Rico, Bolivia.
- Goitia, C. A. (2012). Guía técnica para el establecimiento y manejo de viveros forestales. Santa Cruz: Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente.
- IBTEN citada Velásquez. 1997 Diagnostico Ambientales centro de investigación de aplicación Nucleares en Viacha, La Paz Bolivia.
- IICA, 2011. Revista interamericana de Ciencias Agrícolas. Turrialba. San José, Costa Rica 5 p.
- Irigoyen, J. N. a 1997. Pasos para la producción apropiada de viveros de café PROCAFE. Nueva San Salvador. El Salvador 4 p.
- Irigoyen, J. N. b 1997. Producción de viveros de café en tubetes o conos maceteros Boletín técnico. PROCAFE. Nueva San Salvador. El Salvador. 38 p.
- Irigoyen, J. N. 2000. Guía para la producción de viveros de café. Agenda cafetalera PROCAFE. Nueva San Salvador. El Salvador. 23 p.
- López, J., Pérez, J., & Fernández, J. (2019). Efecto de la temperatura y la humedad en la germinación de semillas de café (*Coffea arabica* L.). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10(7), 1531-1538.

- MDRA y MA. (2008). Política de seguridad y soberanía alimentaria del Estado Plurinacional de Bolivia. La Paz: Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente.
- Milz, J. (1998). Guía para el establecimiento de sistemas agroforestales. La Paz, Bolivia: DED/nogub-cosude.
- Orsag, V. (2012). La materia orgánica del suelo: su importancia y manejo. La Paz: Editorial Los Amigos del Libro.
- PDM Apolo. (2013). Plan de desarrollo municipal de Apolo. La Paz: Gobierno Autónomo Municipal de Apolo.
- Pomacosi, M. 2005. Incidencia y severidad de plagas y enfermedades en el cultivo de café. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. 86 p.
- Proyecto Jatun Sach'a. (2009). Manual de producción de plantines de café. La Paz: Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito.
- Prudencio, J. (1994). La configuración de los regímenes de crecimiento en Bolivia. La Paz: Centro de Investigaciones Sociales.
- Riquelme, J. (2011). Análisis económico de proyectos. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Rodríguez N. 2015. Taxonomía del café. Disponible en URL: <http://cafecooludec.blogspot.com/2012/10/taxonomia-del-cafe.html> (Consultado enero 15, 2014).
- Rojas, V. (1994). El cultivo del café. La Paz: Editorial Los Amigos del Libro.
- Salinas, B. & Saritama, S. 2013. Influencia de la sombra y época de siembra en la dinámica de crecimiento del café en vivero, en Yantzaza y Chaguarpamba. Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Agronómica. Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Loja – Ecuador. 98 p.

- Sociedad Guapomó – MINGA, 2008. Guía para la producción orgánica de café. Editor. Equipo Técnico de la Sociedad Guapomó – MINGA. Santa Cruz, Bolivia.bn
- Soleibe, F. 2005. Guía técnica del productor café Mojsa, programa de desarrollo y Reactivación Económica en los Yungas de La Paz. Edit. Publixpress. Bolivia. 50 p.
- Velásquez, M. (1997). Producción de forrajes y su utilización en la alimentación animal. Santa Cruz.
- Villachica, H. (1996a). Manual de viveros forestales. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Proceso de la investigación





Anexo 2. Toma de datos

Días a germinación			
BLOQUES	T1	T2	T3
B.I	45	47	48
B.II	46	46	48
B.III	46	48	49

Altura de planta cm			
BLOQUES	T1	T2	T3
B.I	37	37	39
B.II	37	39	38
B.III	36	38	39

Diámetro del tallo cm			
BLOQUES	T1	T2	T3
B.I	1,2	1,3	1,4
B.II	1,3	1,4	1,3
B.III	1,3	1,3	1,3

Número de hojas por planta			
BLOQUES	1 mes	2mes	3mes
B.I	15	16	16
B.II	15	17	17
B.III	16	16	17

Anexo 3. Tabla cuantiles de la distribución de Tukey

Tabla 8: Cuantiles de la distribución de Tukey $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	n													
m	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.40	14.76	15.09	15.39	15.67
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.52
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43
21	2.94	3.56	3.94	4.21	4.42	4.60	4.74	4.87	4.98	5.08	5.17	5.25	5.33	5.40
22	2.93	3.55	3.93	4.20	4.41	4.58	4.72	4.85	4.96	5.06	5.14	5.23	5.30	5.37
23	2.93	3.54	3.91	4.18	4.39	4.56	4.70	4.83	4.94	5.03	5.12	5.20	5.27	5.34
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32
25	2.91	3.52	3.89	4.15	4.36	4.53	4.67	4.79	4.90	4.99	5.08	5.16	5.23	5.30
26	2.91	3.51	3.88	4.14	4.35	4.51	4.65	4.77	4.88	4.98	5.06	5.14	5.21	5.28
27	2.90	3.51	3.87	4.13	4.33	4.50	4.64	4.76	4.86	4.96	5.04	5.12	5.19	5.26
28	2.90	3.50	3.86	4.12	4.32	4.49	4.62	4.74	4.85	4.94	5.03	5.11	5.18	5.24
29	2.89	3.49	3.85	4.11	4.31	4.47	4.61	4.73	4.84	4.93	5.01	5.09	5.16	5.23
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21
31	2.88	3.48	3.84	4.09	4.29	4.45	4.59	4.71	4.81	4.90	4.99	5.06	5.13	5.20
32	2.88	3.48	3.83	4.09	4.28	4.45	4.58	4.70	4.80	4.89	4.98	5.05	5.12	5.18
33	2.88	3.47	3.83	4.08	4.28	4.44	4.57	4.69	4.79	4.88	4.97	5.04	5.11	5.17
34	2.87	3.47	3.82	4.07	4.27	4.43	4.56	4.68	4.78	4.87	4.96	5.03	5.10	5.16
35	2.87	3.46	3.81	4.07	4.26	4.42	4.56	4.67	4.77	4.86	4.95	5.02	5.09	5.15
36	2.87	3.46	3.81	4.06	4.25	4.41	4.55	4.66	4.76	4.85	4.94	5.01	5.08	5.14
37	2.87	3.45	3.80	4.05	4.25	4.41	4.54	4.66	4.76	4.85	4.93	5.00	5.07	5.13
38	2.86	3.45	3.80	4.05	4.24	4.40	4.53	4.65	4.75	4.84	4.92	4.99	5.06	5.12
39	2.86	3.45	3.79	4.04	4.24	4.39	4.53	4.64	4.74	4.83	4.91	4.98	5.05	5.11
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11
41	2.86	3.44	3.79	4.03	4.23	4.38	4.51	4.63	4.73	4.82	4.90	4.97	5.04	5.10
42	2.85	3.44	3.78	4.03	4.22	4.38	4.51	4.62	4.72	4.81	4.89	4.96	5.03	5.09
43	2.85	3.43	3.78	4.03	4.22	4.37	4.50	4.62	4.72	4.80	4.88	4.96	5.02	5.08
44	2.85	3.43	3.78	4.02	4.21	4.37	4.50	4.61	4.71	4.80	4.88	4.95	5.02	5.08
45	2.85	3.43	3.77	4.02	4.21	4.36	4.49	4.61	4.70	4.79	4.87	4.94	5.01	5.07
46	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.49	4.60	4.70	4.79	4.87	4.94	5.00	5.06
47	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.48	4.60	4.69	4.78	4.86	4.93	5.00	5.06
48	2.84	3.42	3.76	4.01	4.20	4.35	4.48	4.59	4.69	4.78	4.86	4.93	4.99	5.05
49	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.35	4.48	4.59	4.69	4.77	4.85	4.92	4.99	5.05
50	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.34	4.47	4.58	4.68	4.77	4.85	4.92	4.98	5.04