

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS



**FERTILIZACION EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE *Coffe arábica*. (Café)
VARIEDAD CATIMOR BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN MOYOBAMBA**

TESIS

**Para optar el título de:
INGENIERO AGRONOMO**

Elaborado por:

TEDDY FLORENCIO QUITO ROJAS

Asesor

JAIME JOSSEPH CHÁVEZ MATÍAS

Tingo María – Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 009-2025-FA-UNAS

BACHILLER : TEDDY FLORENCIO QUITO ROJAS

TÍTULO : FERTILIZACION EN LA PRODUCCION DE PLANTONES DE *Coffea arabica* (CAFÉ) VARIEDAD CATIMOR BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN MOYOBAMBA.

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
VOCAL : Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

ASESOR : M.Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 12/05/2025

HORA DE SUSTENTACIÓN : 04:00 P.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala de Audiovisuales de la F.A.

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 12 DE MAYO DEL 2025

Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
PRESIDENTE

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
VOCAL

Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL

M.Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS
ASESOR



UNAS

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 015 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:



Agronomía

Tipo de documento:

Tesis X Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
FERTILIZACION EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE <i>Coffe arábica</i> . (Café) VARIEDAD CATIMOR BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN MOYOBAMBA	TEDDY FLORENCIO QUITO ROJAS	18 % Dieciocho	0 % Cero

Tingo María, 15 de enero de 2026.


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

VICERRECTOR DE INVESTIGACION UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

FORMATO PARA REGISTRAR EL PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad : Nacional Agraria de la selva
Facultad : Agronomía
Escuela profesional/ : Agronomía
Departamento Académico : Ciencias Agrarias
Título de la Tesis : Fertilización en la producción de plántones de *coffea arábica*. (café) variedad catimor bajo condiciones de vivero en Moyobamba.
Objetivo General : Evaluar el efecto de cuatro fertilizantes químicos a tres dosis en el crecimiento de plántones de café (*Coffea arábica*.) bajo condiciones de vivero en Moyobamba.
Autor de la Tesis : Teddy Florencio Quito Rojas
DNI : 47045988
Correo electrónico : teddy.quito@unas.edu.pe
Asesores : M,Sc. Jaime Josseph Chávez Matías
Área de Investigación : Suelos y Fertilizantes
Grupo de Investigación : Recuperación y manejo de suelos degradados y contaminados
Línea de investigación : Fertilidad, clasificación, biología y manejo de suelos
Lugar de Ejecución : Moyobamba, San Martín.
Fecha Inicio : Agosto del 2022
Fecha Término : Abril del 2023
Presupuesto : S/. 4083.19 soles
Financiamiento : Propio (X) FIF () Externo ()

Según: Resolución: N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

DEDICATORIA

A Dios por darme la salud y la vida para aprender y compartir nuestros logros con nuestros seres queridos.

A mis hijos Adriano, Gabriel y Mauricio, por haber llegado a mi vida y ser mi motivación para lograr cada objetivo.

A Lady Salón por ser mi compañera de vida, que con su amor y comprensión ha logrado que todo se haga realidad.

A mi hermano Himer Quito por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida personal y profesional.

A mis padres Florencio Quito y Magdalena Rojas por su amor, apoyo incondicional y por habernos enseñado a lograr todo con esfuerzo.

A Juana Orosco y Héctor salón por sus consejos y su apoyo, los cuales me han mantenido firme a para lograr mis metas.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva - UNAS y a todas las personas que trabajan en él, quienes contribuyeron con su experiencia y consejos para mi formación profesional.

A los miembros del jurado: Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, presidente, Al Dr. Hugo Alfredo Huamaní Yupanqui, e Ing.Agr. Carlos Miguel Miranda Armas, quienes con la revisión académica han logrado mejorar el contenido de fondo y forma a este trabajo de investigación, por su corrección en base a las normas de redacción vigentes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

A mi asesor de tesis: M.Sc. Jaime Josseph Chávez Matías, quien me brindó su apoyo incondicional para hacer realidad este trabajo de investigación.

A Denis Tocto y su familia por su amistad y por brindarme su apoyo incondicional para hacer que este trabajo se haga realidad.

INDICE GENERAL

Página

RESUMEN

ABSTRAC

I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1.	Origen del café.....	3
2.2.	Taxonomía del café.....	3
2.3.	Morfología del café.....	3
2.4.	El cultivo del café en el Perú	4
2.5.	Ecología del Café.....	5
2.6.	Producción nacional del café	6
2.7.	Fertilización del cultivo de café.....	6
2.8.	Establecimiento de vivero.....	7
2.8.1.	Selección de la semilla y variedad	7
2.8.2.	Recomendaciones básicas para almacenar semilla de café.....	7
2.8.3.	Lugar adecuado para establecer el vivero	8
2.8.4.	Preparación del terreno para la colocación de las bolsas	8
2.8.5.	Preparación del germinador	8
2.8.6.	Preparación del sustrato	9
2.8.7.	Tamaño de bolsa	9
2.8.8.	Llenado de bolsa	10
2.8.9.	Distribución y colocación de las bolsas en el terreno	10
2.8.10.	Siembra de la planta de café a la bolsa	10
2.8.11.	Programa de manejo agrícola del vivero	10
2.9.	Labores culturales	11
2.9.1.	Riego.....	11
2.9.2.	Fertilización	11
2.9.3.	Control de malezas.....	11
2.9.4.	Manejo fitosanitario	12
2.10.	Variedad catimor	12
2.11.	La fertilización.....	12

2.12.	Fertilizantes.....	13
2.12.1.	Yaramila hydran	13
2.12.2.	Yaramila complex.....	14
2.12.3.	Yaramila integrador	15
2.12.4.	Basacote Plus 6M.....	15
2.12.5.	Molimax 20-20-20	16
2.13.	Trabajos realizados	16
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1.	Lugar de ejecución.....	18
3.1.1.	Ubicación	18
3.1.2.	Condiciones climáticas de la zona experimental.....	18
3.2.	Análisis del sustrato.....	19
3.3.	Diseño estadístico	19
3.3.1.	Componentes en estudio	19
3.3.2.	Tratamientos en estudio	20
3.3.3.	Diseño experimental	21
3.3.4.	Análisis estadístico	21
3.3.5.	Características del campo experimental	22
3.4.	Plan agronómico	22
3.4.1.	Germinador	22
3.4.2.	Distribución y Desinfección de la semilla	22
3.4.3.	Preparación del almacigo.....	23
3.4.4.	Preparación del sustrato	23
3.4.5.	Llenado de bolsas.....	24
3.4.6.	Distribución y colocación de las bolsas	24
3.4.7.	Trasplante de las plantas de café (<i>Coffea arábica</i> L.) en la bolsa	24
3.4.8.	Control de plagas	24
3.4.9.	Prevención de enfermedades	24
3.4.10.	Control de malezas.....	24
3.4.11.	Nutrición	25
3.4.12.	Riego.....	25
3.5.	Variables por evaluar.....	26
3.5.1.	Diámetro de tallo	26
3.5.2.	Numero de hojas	26

3.5.3. Altura de planta.....	26
3.5.4. Numero de ejes (ramas plagio trópicas)	26
3.5.5. Longitud radicular.....	26
3.5.6. Área foliar	26
3.5.7. Volumen radicular	26
3.5.8. Materia seca	27
3.5.9. Análisis de costo de producción	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Altura de planta.....	28
4.2. Diámetro de tallo	31
4.3. Número de hojas	35
4.4. Número de ejes (ramas plagio trópicas)	38
4.5. Área foliar.....	40
4.6. Longitud radicular	43
4.7. Volumen radicular	45
4.8. Materia seca.....	47
4.9. Análisis de rentabilidad o relación de Beneficio/costo.....	49
V. CONCLUSIÓN.....	52
VI. PROPUESTA A FUTURO.....	52
VII. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	53
VIII. ANEXO.....	56

INDICE DE TABLAS

Tablas		Página
1.	Concentración de nutrientes de Yaramila hydran	14
2.	Concentración de nutrientes de Yaramila complex	14
3.	Concentración de nutrientes de Yaramila integrador.....	15
4.	Concentración de nutrientes de Basacote Plus 6M	16
5.	Condiciones meteorológicas durante la ejecución del experimento	18
6.	Parámetros del análisis fisicoquímico.....	19
7.	Descripción de los tratamientos en estudio.....	20
8.	Análisis de varianza	22
9.	Análisis de varianza para la variable altura de planta de plántones de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después de repique	28
10.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la variable altura de planta de plántones de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después de repique	30
11.	Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de plántones de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después de repique	31
12.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la variable diámetro de tallo en plántones de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después del repique	33
13.	Análisis de varianza para la variable número de hojas en plántones de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después del repique	35
14.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable de número de hojas por planta de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después del repique	37
15.	Análisis de varianza para la variable de número de ejes (ramas plagio trópicas) de plántones de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después del repique.....	38
16.	Prueba de Duncan ($\alpha=0.5$) para el número de ejes (Ramas plagio trópicas) en plántones de café a los 120 y 150 días después del repique.....	39
17.	Análisis de varianza para el área foliar de la planta a los 150 días después del repique.....	40
18.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable de área foliar de plántones de café a los 150 días después del repique	42
19.	Análisis de varianza para la variable longitud radicular de plántones de café a los 150 días después de repique	43
20.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable longitud radicular en plántones	

	de café a los 150 días después de repique	44
21.	Análisis de varianza para la variable volumen radicular de plántones de café a los 150 días después del repique.	45
22.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable volumen radicular de plántones de café a los 150 días después de repique	46
23.	Análisis de varianza para la variable materia seca de los plántones de café a los 150 días después del repique.....	47
24.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable materia seca de los plántones de café a los 150 días después de repique.....	48
25.	Análisis de beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio.....	49
26.	Resultados de la variable diámetro de planta de café (mm) de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones	57
27.	Resultados de la variable número de hojas por planta de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones.....	5
28.	Resultados de la variable altura de planta de café (cm) de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones.....	58
29.	Resultados de la variable número de ejes por planta de café (Ramas plagiotrópicas) de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones.....	58
30.	Resultados de la variable área foliar del plánton de café a los 150 días después del repique.....	59
31.	Resultados de la variable longitud radicular del plánton de café a los 150 días después del repique.....	59
32.	Resultados de la variable volumen radicular del plánton de café a los 120 días después del repique.....	60
33.	Resultados de la variable materia seca del plánton de café a los 150 días después de repique	60

INDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Forma de aplicación de fertilizante.....	25
2. Efecto de los fertilizantes sobre la variable altura de planta de plántones de café	31
3. Efecto de los fertilizantes sobre la variable diámetro de tallo en plántones de café	34
4. Efecto de los fertilizantes sobre la variable número de hojas en plántones de café	38
5. Efecto de los fertilizantes en la variable de número de ejes en plántones de café	40
6. Efecto de los fertilizantes sobre la variable área foliar en plántones de café.....	42
7. Efecto de los fertilizantes sobre la variable longitud radicular por planta de café.....	44
8. Efecto de los fertilizantes sobre la variable volumen radicular en plántones de café	46
9. Efecto de los fertilizantes sobre la variable materia seca en plántones de café.....	48
10. Análisis físico-químico de suelos (subsuelo y Tierra negra)	61
11. Germinador de semilla de café	61
12. Preparación de sustrato y llenado de Bolsas	62
13. Visita del miembro del Jurado calificador al campo experimental	62
14. Evaluación de Altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, número de ejes y Volumen radicular	63
15. Secado de muestras en estufa para materia seca.....	63
16. Croquis de distribución de los tratamientos y repeticiones.....	64

RESUMEN

La investigación fue realizada entre los meses de agosto 2022 hasta abril 2023, en el distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, región de San Martín. Dentro de los objetivos se planteó, determinar el mejor fertilizante y la mejor dosis en la producción de plántones de café. Se estableció un diseño completamente al azar con 15 tratamientos, incluyendo 3 testigos, empleando 16 unidades experimentales por tratamiento. El sustrato se elaboró para el tratamiento 1 con el 100 % de Tierra agrícola y para los demás tratamientos se utilizó la proporción de 50 % del suelo (debajo de los 30 cm de la superficie) más 25 % de cascarilla de arroz y 25 % de materia orgánica (pulpa de café descompuesta). Los resultados que obtuvimos al concluir el trabajo de investigación nos indican que, el tratamiento 14 (Yaramila integrador 27 g) obtuvo el mayor diámetro de tallo con 5.54 mm, mayor número de hojas con 21 hojas y mayor altura de planta con 26.93 cm. Para el mayor número de ejes (ramas plagio trópicas) se obtuvo con los tratamientos 14 (Yaramila integrador 27 g) y tratamiento 10 (Yaramila integrador 18 g) con 1.625 ejes para ambos. También se obtuvo los mayores valores con el tratamiento 10 (Yaramila integrador 18 g) en área foliar con 732.17 cm², volumen radicular con 21.5 cm³ y materia seca con 12.8 g. Respecto a la longitud radicular el mayor valor se obtuvo con el tratamiento 3 (Molimax 20-20-20 9 g) con 23.78 cm. En conclusión, el fertilizante que logro mejores resultados es el Yaramila integrador, con una dosis de 27 y 18 gramos, Por lo que el Yaramila integrador destacó en la gran mayoría de los parámetros evaluados, como diámetro de planta con 5.54 mm, numero de hojas con 21 hojas, altura de planta con 26.93 cm, numero de ejes con 1.625 ejes, volumen radicular con 18.78 cm³, área foliar con 692.01 cm² y materia seca con 12.8 gramos, a excepción del parámetro longitud de raíz.

Palabras claves: Fertilizante, Fertilización, dosis, café, Almacigo de café

ABSTRAC

The research was carried out between the months of August 2022 and April 2023, in the Moyobamba district of the Moyobamba province in the San Martin region [of Peru]. Within the objectives, it was proposed that the best fertilizer and the best dose for the production of coffee seedlings be determined. A completely randomized design was established with fifteen treatments, including three controls, using sixteen experimental units per treatment. The substratum was elaborated for treatment 1 with 100% agricultural soil, and for the rest of the treatments a proportion of 50% soil (under 30 cm from the surface) plus 25% rice hulls and 25% organic matter (decomposed coffee pulp) was used. The results that were obtained at the end of the research work indicated that the greatest stalk diameter at 5.54 mm, greatest number of leaves at 21 leaves and the greatest plant height at 26.93 cm were obtained with treatment 14 (Yaramila integrator 27 g) at 5.54 mm. The greatest number of shafts (plagiotropic branches) was obtained with treatments 14 (Yaramila integrator 27 g) and treatment 10 (Yaramila integrator 18 g) at 1.625 shafts for both. Also, the greatest values for foliar area at 732.17 cm², root volume at 21.5 cm³ and dry matter at 12.8 g were obtained with treatment 10 (Yaramila integrator 18 g). With respect to the root length, the greatest value was obtained with treatment 3 (Molimax 20-20-20 9 g) at 23.78 cm. In conclusion, the fertilizer with which the best results were achieved was Yaramila integrator at doses of 27 and 18 grams, due to the fact that the Yaramila integrator stood out for the majority of the parameters that were evaluated, such as the plant diameter at 5.54 mm, number of leaves at 21 leaves, plant height at 26.93 cm, number of shafts at 1.625 shafts, root volume at 18.78 cm³, foliar area at 692.01 cm², and dry matter at 12.8 grams, with the exception of the root length parameter.

Keywords: fertilizer, fertilization, coffee, coffee seedbed

I. INTRODUCCION

El cultivo de café (*Coffea arábica* L.) es uno de los principales cultivos de exportación para Europa, Estados Unidos y Japón. El Perú es uno de los principales abastecedores de café con los distintos certificados que hoy en día el mercado exige. Tanto las asociaciones locales de productores como las empresas exportadoras necesitan ciertos certificados para comercializar, como son certificado Orgánico (para EE. UU., la Unión europea y Japón), Rainforest Alliance y C.A.F.E Practices (Norma de Starbucks).

Carmen y Diaz (2017), menciona que el café se cultiva en 375.000 hectáreas, que se distribuyen en 210 distritos en 10 departamentos, siendo las regiones de Amazonas, San Martín y Chanchamayo, las tres áreas principales de cultivo, con productividades promedios de aproximadamente 93 688 hectáreas de café con una productividad de 12 a 13 quintales por hectárea. El café (*Coffea arábica* L.) es un cultivo importante, que generan ingresos económicos para las familias cafetaleras dentro de las principales variedades cultivadas tenemos al catimor, pache, caturra. Los principales distritos productores son Moyobamba, Soritor, Jepelacio, Yántalo, Bajo Biavo, San José de Sisa, Alonso de Alvarado, Lamas, Pinto Recodo, Tabalosos, Zapatero, Shamboyacu y Shunte.

El café (*Coffea arábica* L.) es uno de los cultivos que menos adaptación tecnológica tiene, motivo por el cual se ha registrado el abandono de las parcelas y un cambio del cultivo. Las prácticas agrícolas comunes que el productor realiza son el control de maleza, podas selectivas y en algunos casos fertilizaciones que van en el rango de una a dos por año, el manejo agrícola de manera desorganizada e incompleto en vivero y campo definitivo es uno de los motivos por los cuales las plantaciones no alcanzan sus potenciales productivos y también es causa de renovaciones tempranas.

Anteriormente, los productores realizaban las instalaciones de las fincas, trasladando los plántones recolectados de una finca a otra, sembradas a raíz desnuda. En la actualidad, existe una cultura de instalar las fincas con plántones elaborados en vivero, aun así, seguimos teniendo problemas al momento de elaborar y de realizar las selecciones de plantas de buena condición. Los viveros son realizados de manera empírica, utilizando solo Tierra agrícola y en algunos casos utilizan fosfato di amónico, Molimax, cal agrícola, ceniza, entre otros con menor uso. Los principales problemas que se presentan son plantas muy pequeñas llevadas a campo, con problemas de enfermedades, nematodos, deficiencias nutricionales, raíz torcida (rabo de chanco) pérdida de plantas por encharcamiento y por ataque de grillos que trozan las plántulas.

La importancia de un vivero de buen tamaño y de buenas condiciones nutricionales y fitosanitarias, radica en el retorno de la inversión en el menor tiempo posible desde su siembra definitiva en campo, y de la sostenibilidad y rentabilidad de la finca a largo plazo. Es por eso que debemos centrarnos en realizar viveros bien hechos, teniendo en cuenta como mínimo un vivero de 6 meses y con una nutrición adecuada para lograr el resultado.

Como opción tenemos en el mercado muchos fertilizantes químicos con distintas características que brindan la cantidad necesaria de nutrientes para que las plantas puedan desarrollarse en la etapa inicial. Tenemos fertilizantes de mezclas físicas, mezclas químicas y de liberación lenta. Es necesario investigar cuál de ellos son la mejor opción que nos proporcionaran las mejores condiciones, para que los productores puedan adoptar y empiecen a generar cambios en la caficultura. Por lo que se plantea como Hipótesis que los fertilizantes químicos usados a diferentes dosis tendrán un efecto positivo en el desarrollo vegetativo para la obtención de plántones del café.

Objetivo general

1. Evaluar el efecto de cuatro fertilizantes en tres dosis en el crecimiento y obtención de plántones de café (*Coffea arabica.*) bajo condiciones de vivero en Moyobamba.

Objetivos específicos

1. Determinar el mejor fertilizante que contribuye en el crecimiento adecuado de plántones de café (*Coffea arabica.*) variedad catimor para repique con relación al tiempo.
2. Determinar la mejor dosis del fertilizante que contribuye en el crecimiento adecuado de plántones de café (*Coffea arabica.*) variedad catimor.
3. Determinar la relación beneficio costo (B/C) de los tratamientos en estudio.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen del café

El café arábico tuvo origen a más de más de 1000 m.s.n.m en Etiopía, Sudán y África. Alrededor de los años 575 y 890 los persas y los árabes llevaron el café a Arabia y Yemen y los nativos africanos lo extendieron a Mozambique y Madagascar. Por su parte, los holandeses y los portugueses, entre los años 1600 y 1700 lo llevaron a Ceylán, posteriormente a Java y a la India, así como a otras regiones de Asia y África (Alvarado y Rojas, 2007)

En 1727 fue llevado de Sumatra a Brasil, posteriormente llevo a Perú y Paraguay y en 1825, a Hawái. Luego se extendió a Puerto Rico y el Salvador en 1740, a Guatemala en 1750, a Bolivia Ecuador y Panamá en 1784, por último, a Costa Rica procedente de Cuba y Guatemala entre 1796 y 1798 (Alvarado y Rojas, 2007)

2.2. Taxonomía del café

El café se encuentra dentro del género *coffea* que cuenta con 100 especies aproximadamente (Tabla 1). De las especies registradas, tres se mencionan como cultivadas comercialmente, sobresaliendo las dos primeras según el orden siguiente: *Coffea arábica* L., *C. canephora* Pierre ex – Froehner y *C. liberica* Bull ex – Hiem (Alvarado y Rojas, 2007).

Taxonomía del de café

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Sub-división	: Angiospermae
Clase	: Magnoliatae
Sub-clase	: Asteridae
Orden	: Rubiales
Familia	: Rubiaceae
Género	: <i>Coffea</i>

2.3. Morfología del café

La estructura radicular en el café, parte de la semilla, teniendo como lugar de inicio el hipocótilo que está ubicado en la base del embrión. Una vez inicia el proceso de germinación,

lo primero que se desarrolla es la radícula, que da origen a la raíz principal, y de ésta se desprende todo el sistema de raíces, que en su conjunto se conoce como raíz pivotante (Flores, *et al.*, 2013).

La planta está compuesta principalmente por un solo tallo central, con nudos y entrenudos. Las primeras hojas crecen de los primeros 3 o 4 nudos, luego crecen ramas laterales de las yemas que se encuentran sobre las hojas del tallo. De las yemas inferiores de las hojas del tallo crecen brotes ortotrópicos, que por lo general crecen cuando se poda el tallo (Arcila *et al.*, 2001, citado por Flores *et al.*, 2013)

Las ramas laterales primarias se forman de las yemas en las axilas de las hojas del tallo principal. Estas ramas comienzan a alargarse continuamente y comienzan a producir a medida que el eje central madura. El crecimiento de las estas y la formación de nuevas ramas laterales en forma opuesta y decusada, originan un árbol de estructura cónica. De las ramas primarias plagiotrópicas, se forman las ramas secundarias y de estas las terciarias, estas a su vez forman yemas vegetativas y posteriormente yemas florales que darán origen al fruto (Arcila *et al.*, 2007, citado por Flores *et al.*, 2013)

Las hojas se encuentran opuestas, son de forma elípticas, son de un color bronce o verde claro cuando son aún jóvenes y se vuelven de color verde oscuro a medida que se van desarrollando. Las distintas variedades de café se pueden distinguir por el color de las hojas. Así mismo, las hojas son glabras (Sin pelos) y se mantienen protegidas por una capa de cera en el haz. La nervadura de las hojas es reticulada, que cuenta con una nervadura central y secundarias, está pueden ser de 9 a 12 dispuestas en ambos lados. En el envés Estas se encuentran recurvadas y sobresalientes. Los bordes son enteros y ligeramente ondulados (Flores *et al.*, 2013).

Alvarado y Rojas, (2007) indican que, en las axilas de las hojas se presentan las yemas florales de 1 a 3 ejes, los que se dividen en 2 o 6 ramificaciones cortas de 2 a 4 mm coronando cada una en una flor la cual está formada por el cáliz, corola, estambre y pistilo. El cáliz es poco desarrollado y se encuentra asentado en la base de la flor. La corola es un tubo largo que cuenta con forma cilíndrica en su base y que termina en 5 pétalos y mide de 6 a 12 mm; el botón floral es de color verde cuando está cerrado y a medida que va abriendo obtiene el color blanco.

2.4. El cultivo del café en el Perú

A nivel del Perú en café es el primer producto agrícola de exportación y al nivel mundial se encuentra en el séptimo lugar. Además de lidera las exportaciones agrícolas, también se encuentra dentro de los 10 principales productos de exportación, como son algunos minerales, petróleo, gas natural, harina de pescado, entre otros. El Perú ocupa el segundo lugar en la exportación mundial de café orgánico, después de México (MINAGRI, 2020).

Actualmente, 223,482 familias de pequeños productores son los responsables de la producción de café a nivel nacional y el 95 % de ellos son agricultores con 5 hectáreas o menos y el 3 % conduce sus predios de café con alta tecnología (MINAGRI, 2020).

Carmen y Diaz (2017), nos indican que el cultivo de café en el Perú está localizado en 15 regiones, estas a su vez en 95 provincias y 450 distritos, pero solo en 7 de estos departamentos se encuentra el 91% de productores y áreas cultivable. (Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco, Amazonas, Huánuco y Pasco).

2.5. Ecología del café

Para café arábigo la temperatura debe estar entre 18 y 22 °C. pero si tenemos temperaturas que superen los 23 °C y la floración coincida con una escases de agua, esto traerá como consecuencia el aborto de flores y también dará origen a flores estrella, teniendo como consecuencia una perdida drástica de producción. Las temperaturas inferiores a 18°C promueven el crecimiento vegetativo, reducción en la diferenciación floral y, como consecuencia baja productividad (Jaramillo, 2005).

Un factor importante para un correcto desarrollo de la planta de café es necesario el volumen adecuado de agua y una buena distribución de ella a lo largo del año. Los valores de volúmenes de agua en el año deben estar en un rango de 1000 mm a 3000 mm anuales, si estas se encuentran por debajo de los 1000 mm afectará directamente el desarrollo de la planta y la producción del año en curso y del siguiente año, en casos extremos causa la defoliación y seguido la muerte de la planta. Pero si contamos con lluvias mayores a 3000 mm anuales, esto afectará a la calidad del café, además de generar condiciones óptimas para la aparición de enfermedades, el cual elevará los costos de producción (CICAFFE, 2011).

Cuando tenemos valores de humedad relativa por encima del 80 %, las enfermedades fungosas serán sumamente favorecidas (CICAFFE, 2011). Según Alvarado y Rojas (2007),

indican que la humedad del aire no es un factor determinante en el cultivo de café. No obstante, señalan que un promedio de humedad relativa, de 70 a 95 %, es recomendable para *C. arábica*.

Para el café, los suelos que tengan un pH entre 6 y 6.5 son ideales, pero se adapta fácilmente a suelos ácidos, que se encuentran con un pH de hasta 3.1, teniendo en cuenta que estos suelos tengan buena condición física. Se ha indicado que, para el café, la textura del suelo debe ser francos o migajosos y debe tener 60 % de espacio poroso, del cual el 30 % debe permanecer ocupado por el aire del suelo cuando se encuentra en estado húmedo (Alvarado y Rojas 2007).

2.6. Producción nacional de café

En el Perú se produce el café arábigo, por lo general son cafés convencionales, pero también existen cafés especiales y orgánicos (20 % - 25 %). La inestabilidad productiva del café en el Perú ha sido a causa de factores climáticos y otros factores, dando como resultado una competitividad y sostenibilidad social y ambiental baja de la cadena de valor del café (MINAGRI-DGESEP-DEA, 2020).

La productividad promedio es de 13 qq/ha, el cual es bajo a comparación de otros países productores de café; sin embargo, en el Perú existen algunas zonas que resaltan por sus buenos promedios productivos como son Jaén, Bagua, San Ignacio y Villarica, entre otro. Esto promedios sobresalientes están entre los 30 qq/ha y 80 qq/ha y se deben a una mejor adopción de tecnología en el manejo del cultivo (Carmen y Diaz, 2017).

El daño causado por la enfermedad de la “Roya amarilla” del café (causada por el hongo *Hemileia vastatrix*) en el 2012 afectó a 94 mil hectáreas aproximadamente, pronunciándose aún más este efecto por la nula fertilización en campañas anteriores y además de tener plantaciones muy longevas. Este daño trajo consecuencias de bajas productividades por 4 años aproximadamente (2013-2016) (MINAGRI-DGESEP-DEA, 2020)

2.7. Fertilización del cultivo de café

Uno de los factores más determinantes en la producción de los cultivos es la disponibilidad de los nutrientes esenciales para las plantas. Los suelos fértiles tienen la capacidad de soportar cultivos con altas producciones durante cierto tiempo, mientras que en suelos con baja fertilidad debemos suministrar aquellos nutrientes que son deficientes, para

lograr las producciones deseadas de acuerdo con las condiciones que predominan. Adicionalmente, la respuesta de los cafetales a la fertilización tiene relación con aspectos como la etapa del desarrollo del cultivo, el nivel de sombra y la densidad de siembra (Sadeghian, 2010).

Se considera que, para nutrir a una planta, debemos tener en cuenta la producción estimada, ya que, en función a esta, la planta absorberá una cantidad determinada de nutrientes. La necesidad de nutrientes requerida por la planta está definida por el estado fenológico del cultivo, como es el caso del fósforo que se requiere principalmente en etapas iniciales del cultivo. También se debe considerar la eficiencia de absorción de los elementos nutricionales por cada planta, ya que varía de un cultivo a otro. Para producir 40 quintales por hectárea se considera 120 kg de Nitrógeno, 40 kg de P_2O_5 y 120 kg de P_2O (Loli, 2012).

2.8. Establecimiento de vivero

Según Llobet (2016), establece el siguiente procedimiento para realizar la instalación:

2.8.1. Selección de la semilla y variedad.

- a. Debemos escoger una variedad de café que conozcamos su programa agronómico, que sepamos manejar y que estemos seguros de generar los suficientes recursos financieros, para mantenerla en el largo plazo.
- b. Se puede obtener de dos formas:
 - Comprar semilla certificada, en los centros de investigación certificados, por los gobiernos centrales del país o empresa privada completamente autenticada por estos centros de investigación.
 - Hacer la selección nosotros mismos de nuestras plantaciones.

2.8.2. Recomendaciones básicas, para almacenar semilla de café.

- a. La semilla debe secarse a la sombra, aproximadamente por cinco días, en un clima cálido y debe quedar con 28 % de humedad. El lugar para almacenar debe ser fresco, oscuro y que no haya otros productos que contaminen la semilla. debe guardarse en un saco y luego en una bolsa negra de polietileno.
- b. La semilla para almacenarse debe ser tratada con productos, con ingrediente activo como Captam, Captafol (Ej. Vitavax), utilizando de 2 a 3 gramos del producto, por kilo de semilla. En el caso de semilla de café arábigo, no almacenar por más de tres meses y en

el caso de canephora, no almacenar por más de 30 días. Almacenar por más tiempo del recomendado, se disminuye sustancialmente, la germinación de la semilla.

2.8.3. Lugar adecuado para establecer el vivero.

El lugar para ubicar el vivero a desarrollar debe tener las siguientes condiciones:

- Debe ser un terreno plano, donde siempre se debe dejar la superficie completamente lisa y estable, para evitar encharcamiento o lavado del terreno, con acceso al agua para el riego y trabajos del programa agrícola.
- Deben estar cerca del sitio donde se llevará al campo definitivo o siembra y que no le afecte el viento. También que no haya árboles que afecten el desarrollo del vivero y de fácil acceso.

2.8.4. Preparación del terreno para la colocación de las Bolsas.

El terreno se preparó para que quede completamente a nivel. Esto evitara encharcamientos, lo que es un generador de enfermedades. El nivel adecuado, permitirá una mejor colocación de las bolsas, evitando que se caigan y así quedarán y se mantendrán en orden.

2.8.5. Preparación del germinador.

- a. La cama del germinador debe establecerse perpendicular o sea plana a nivel, debe tener drenaje, no se puede permitir acumulaciones de humedad o excesos de agua y preferiblemente se debe hacer en arena de río, que esté libre de todo ecosistema, para que no traiga patógenos, ni semillas de otras plantas.
- b. Se debe hacer una cama al menos de 20 cm de arena fina. La semilla se colocará una al lado de la otra, evitando puños o aglomeraciones de la semilla. Esto permite una mejor y más uniforme germinación. Esto sería distribuir un kilo de semilla en un metro cuadro, especialmente en variedades de porte bajo como caturra, catuai, típicas, borbones, catimores, entro otros similares.
- c. Colocada la semilla en la cama de arena, debe cubrirse con la misma arena, solo tapando la semilla, que el grosor de la capa que cubra la semilla, no sea mayor a 0,5 mm. Luego debe cubrirse con hojarasca, para mantener la temperatura y humedad adecuadas.

- d. Esta cobertura debe eliminarse cuando la planta emerja del suelo, lo que puede oscilar de 40 a 60 días dependiendo de la variedad.
- e. Se debe establecer una cobertura de la cama del germinador, a un metro de altura, lo que permita una aclimatación de la plántula. Cuando el tallo de la plántula cambie del color rodado a verde, es el momento para el repique a la bolsa.

2.8.6. Preparación del Sustrato.

La preparación del sustrato es fundamental para el buen desarrollo de las plantas de café y que al mismo tiempo nos permita controlar los costos de producción en el manejo del vivero.

- a. Partiendo de que el sustrato es solo un medio que nos permita desarrollar bien el sistema radicular de la planta, debe establecerse de la siguiente manera:
 - Utilizar un 50 % de tierra del subsuelo. Esto porque es un suelo que está libre de todo ecosistema, evitando así traer al viveros, plagas, enfermedades y malezas que solo ponen en riesgo el desarrollo de las plantas, luego debe pasarse por una zaranda que deje uniforme las partículas del suelo y eliminar todas las impurezas que pueda tener.
 - Un 25 % de materia orgánica descompuesta.
 - Un 25 % de cascarilla de arroz, esto nos permitirá una menor compactación del suelo permitiendo la aireación que se requiere para una mejor nutrición de las plantas. Se pueden usar otros sustitutos como la cascarilla de café u otras, asegurándose que no pongan en riesgo el desarrollo de la planta.
- b. Teniendo el sustrato ya preparado debe aplicarse lo siguiente y debe quedar bien mezclado, de manera uniforme:
 - 8 kilos de Cal Dolomítica por metro cúbico, 5 kilos de Fosfato mono amónico por metro cúbico y 5 kilos de KCl (Cloruro de Potasio) por metro cúbico.
 - Debe evitarse que en la preparación del sustrato se moje con la lluvia, esto pone en riesgo la calidad del sustrato y dificultará el llenado de las bolsas.

2.8.7. Tamaño de las Bolsas.

- a. El tamaño de la bolsa va en función de la duración del tiempo de la planta en el vivero. En este caso específico, no se recomiendan menos de 6 meses en tiempo de la planta en el vivero. Se recomienda utilizar bolsas del tamaño de 6 pulgadas por 8 pulgadas,

con espesor o grueso de 0,002 cm. En esta condición caben 60 bolsas por metro cuadrado.

- b. Para viveros de 12 meses como se recomiendan, se deben utilizar bolsas del tamaño de 7 pulgadas por 10 pulgadas, con espesor o grueso de 0,002 cm.

2.8.8. Llenado de las Bolsas.

- a. Debe llenarse dejando 2 cm, libres de la bolsa, se debe evitar que en la bolsa el sustrato quede flojo y debe haber un nivel de llenado que se sienta la bolsa dura, pero no compactada.
- b. Se confirma que la bolsa estuvo bien llena, cuando la colocación en el suelo es fácil y no se caen, partiendo de un terreno a nivel.

2.8.9. Distribución y colocación de las Bolsas en el terreno.

- a. La distribución de las bolsas que se detallara a continuación corresponde a viveros de 12 meses y con bolsas del tamaño 7 x 10 pulgadas.
- b. Hacer cuatro hileras de dos plantas separadas por 15 cm, y separar el siguiente grupo de cuatro hileras a 40 cm y así sucesivamente hasta completar el vivero.
- c. La Bolsa debe colocarse vertical, que no queden dobladas, ni apoyadas entre sí.

2.8.10. Siembra de la planta de café a la Bolsa.

- a. El momento de sembrar las plantas a las bolsas será cuando esté en fosforito y cuando el tallo cambie de color de rosado a verde. Las plantas deben estar sanas y bien formadas. Eliminar todas las plantas con raíz doblada, raíz doble, tallos torcidos, tallos dobles, de poco crecimiento o cualquier otra deformidad. A la planta seleccionada se le debe cortar la raíz, dejando solo dos pulgadas de largo.
- b. El momento de siembra es el factor más crítico del vivero, ya que debemos evitar que la raíz principal, se doble al sembrarla.
- c. Se debe sembrar una planta por bolsa y antes de sembrar la plántula en la bolsa, se debe sumergir en una solución de fungicida.

2.8.11. Programa de Manejo Agrícola del Vivero.

- a. Lo primero y más importante es la nutrición, iniciar inmediatamente después de sembrada la planta en la bolsa.
- b. El fertilizante de liberación lenta debe aplicarse 6 gramos por planta dispuestas en forma triangular alrededor de la planta, evitando estar cerca del tallo y con una

profundidad máxima de 3 cm. Los nombres comerciales de este producto son, Basacote u Osmocote.

- c. Se establecerá a partir del primer par de hojas verdaderas, un programa preventivo de enfermedades cada tres semanas (21 días). Como referencia el producto a utilizar: Amistar 50 WG, usando de 10 a 15 gramos / bomba de 20 litros de agua. En estas aplicaciones se puede apoyar con una fertilizante fórmula completa vía foliar y en caso de ver alguna deficiencia en el desarrollo de las plantas, suplirla con el Metalosato específico.
- d. El control de malezas se hará manual y cada 21 días, esto será muy reducido, ya que el sustrato utilizado estará libre de malezas.
- e. Como factor de mucha importancia, es mantener la humedad del sustrato a capacidad de campo, especialmente en la época de sequía, cuando toca hacer el riego, para mantener la humedad.

2.9. Labores culturales

2.9.1. Riego

El riego es fundamental, principalmente en la época de verano y durante las canículas. En el invierno, el agua de lluvia cubre casi toda la necesidad hídrica de la planta de café en sus diferentes etapas de crecimiento. El riego se debe aplicar en forma racional, la frecuencia depende del sustrato y de la zona de vida de la Unidad Productiva. Es conveniente monitorear constantemente la humedad del sustrato para evitar excesos de agua que puedan causar encharcamientos o que no se logre humedecer lo suficiente y no se mantenga la humedad el tiempo suficiente, causando daños a las plantas (Gonzales, 2022).

2.9.2. Fertilización

La fertilización en la etapa de vivero debe ser muy precavida para minimizar el riesgo por quemadura de plantas con el fertilizante. Para este fin, se está recomendando aplicar o colocar el fertilizante pegado al borde de la bolsa con 2 gramos por bolsa. Posteriormente, se debe aplicar mensualmente 2 gramos por bolsa una vez que las plantas tengan el primer par de hojas que son verdaderas, teniendo en cuenta que la primera y segunda aplicación cuente con una adecuada concentración de fosforo (CICAFE, 2011).

2.9.3. Control de Malezas

Tan pronto se presenten las malas hierbas, se harán deshierbos correspondientes, los cuales deben realizarse mensualmente, para evitar la competencia por humedad, nutrientes y la

difusión de plagas. Una forma de minimizar la presencia de malezas es utilizando tierra del subsuelo (30 cm de profundidad) el cual viene con la mínima presencia de semillas de maleza (Gonzales, 2022).

2.9.4. Manejo fitosanitario

Para la producción de café, los semilleros y almácigos tienen una función importante como etapa inicial en la calidad y sanidad de las futuras plantaciones. Uno de los problemas principales en esta etapa es la aparición de enfermedades que pueden afectar seriamente el desarrollo de las plantas. Para minimizar el daño por plagas y enfermedades, se debe asegurar una buena aireación entre las plántulas y no regar excesivamente, evitar el traslado de material infectado y usar micorrizas para fortalecer las raíces, realizar aplicaciones preventivas de ditiocarbamatos y asegurar una fertilización adecuada para fortalecer las plantas contra ataques fúngicos (IICA, 2023).

La observación y monitoreo es fundamental para detectar cualquiera de estas condiciones y tomar las medidas correctivas oportunas, programando al menos tres aplicaciones de fungicida, iniciando 15 días después del trasplante y repetirlas hasta que las plantas alcancen el desarrollo previo al campo definitivo (Gonzales, 2022).

2.10. Variedad Catimor

El café catimor o catimores, son cruces de cultivares comerciales como caturra, villa sarchis, mundo novo, catuai y otros, con el híbrido Timor, cultivar que posee el factor de resistencia SHG y posiblemente otros que le dan resistencia total a la enfermedad “Roya de café” (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.). En general el cultivar es bastante uniforme en el porte, vigor inicial, precocidad en la producción y elevada resistencia a la roya. No obstante, después de un periodo inicial de alta producción, sufren una pérdida notable en el vigor, que en algunos casos podría ser irreversible (Alvarado y Rojas, 1994).

2.11. La fertilización

A través del tiempo se ha observado una marcada relación entre los nutrientes y el desarrollo de los cultivos, así mismo se ha observado que existe una correlación importante entre la fertilidad del suelo o solución nutritiva con la cosecha obtenida. (Navarro y Navarro, 2014)

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el

crecimiento de las plantas se limita y los rendimientos de los cultivos se reducen. En consecuencia, con el objetivo de lograr altos rendimientos, los fertilizantes son indispensables para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están en mínimas cantidades. Es bueno saber que cada nutriente cumple una función importante y que la cantidad requerida entre ellas varía, aun cuando estas se requirieren en cantidades pequeñas, siguen siendo muy importantes y no son sustituidas por otro elemento (FAO. 2002).

2.12. Fertilizantes

Cualquier material natural o industrializado, que presenta al menos cinco por ciento de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O), será llamado fertilizante. Los fertilizantes fabricados de manera industrial son denominados fertilizantes minerales. La presentación de los fertilizantes minerales varía mucho. El tamaño y forma de los fertilizantes varía de acuerdo con el proceso de fabricación (gránulos, perlados cristales, píldoras, polvo de grano grueso o fino). La mayoría de los fertilizantes son sólidos, sin embargo, también existen fertilizantes líquidos, que tienen mayor importancia en países como Norte América Gran parte de los fertilizantes es provista en forma sólida. Los fertilizantes líquidos y de suspensión son importantes principalmente en América del Norte. La calidad de los fertilizantes no solo está determinada por su riqueza nutritiva, sino que también hay que considerar la calidad física que deben tener o que varía de un fertilizante a otro, como, por ejemplo, algunos fertilizantes cuentan con un recubrimiento especial que son los de mejor calidad, además se considera el tamaño de partícula, la resistencia al daño físico y a la humedad (FAO, 2002).

A continuación, se describe algunos fertilizantes que se tiene disponible en la región y que son objeto de estudio:

2.12.1. Yaramila hydran

Este fertilizante cuenta principalmente con los tres macronutrientes esenciales (nitrógeno fosforo y potasio), y en la parte radicular de la planta logra un desarrollo uniforme, además hace más eficiente la fotosíntesis, logrando mejor calibre los frutos o granos. Complementado con micronutrientes, brinda a la planta mayor resistencia para enfermedades y evita el aborto de flores y frutos. Estos micronutrientes ayudan a absorber de manera más eficiente el nitrógeno y fosforo. Por su contenido de Mg, Zn y B, puede ser aplicado para el llenado del fruto (Yara Perú, S/A).

Tabla 1. Concentración de nutrientes de Yaramila hydran.

MACRONUTRIENTES Y	
MICRONUTRIENTES	PORCENTAJE DE CONCENTRACION
N	19 %
P2O5	4 %
K2O	19 %
MgO	3 %
S	1.8 %
B	0.10 %
Zn	0.10 %

Fuente: Yara Perú, S/A

2.12.2. Yaramila complex

Una de las características principales es el contenido equilibrado de nitrógeno nítrico y nitrógeno amoniacal, el cual estará disponible en las distintas etapas de la planta. En el caso del fósforo la planta lo encontrará de manera disponible y asimilable y garantizando este elemento durante la etapa de desarrollo radicular. El contenido de cloro es muy bajo ya que el potasio en este fertilizante se encuentra en forma de sulfato, siendo este a su vez muy importante para el metabolismo de los azúcares y además de ayudar a mejorar la calidad de frutas y hortalizas. La presencia de algunos elementos como, magnesio, azufre y microelementos ayuda a la planta en procesos como la generación de clorofila o la formación de enzimas, proteínas y vitaminas (Yara Perú, S/A).

Tabla 2. Concentración de nutrientes de Yaramila complex

MACRONUTRIENTES	
Y MICRONUTRIENTES	PORCENTAJE DE CONCENTRACION
N	12.40 %
P2O5	11.00 %
K2O	18.00 %
MgO	2.70 %
S	8.00 %
B	0.015 %
Fe	0.20 %
Mn	0.02 %
Zn	0.02 %

Fuente: Yara Perú, S/A

2.12.3. Yaramila integrador

Yaramila integrador cuenta con nitrógeno de forma amoniacal y nítrica mejorando su asimilación de forma balanceada. Cuenta con un alto contenido de potasio (K) y fósforo (P) elementos fundamentales para aumentar la producción y calidad.

Polifosfatos que contienen un 25 % de fosforo son producidos al momento de su formulación, compensado eléctricamente con una mínima capacidad de fijación o formación de complejos insolubles. Este fertilizante cuenta con elementos mayores y secundarios como el azufre, magnesio y microelementos como el zinc, manganeso y boro.

Tabla 3. Concentración de nutrientes de Yaramila integrador

MACRONUTRIENTES Y	
MICRONUTRIENTES	PORCENTAJE DE CONCENTRACION
N	15.00 %
P ₂ O ₅	9.00 %
K ₂ O	20.00 %
MgO	1.80 %
S	3.80 %
B	0.015 %
Mn	0.02 %
Zn	0.02 %

Fuente: Yara Perú, S/A

2.12.4. Basacote Plus 6M

Este fertilizante es recubierto y es de liberación lenta y controlada. Este recubrimiento ayuda a liberar los nutrientes de manera homogénea durante 6 meses. La tecnología de liberación adaptada al clima está vinculada a la temperatura ambiente y garantiza la disponibilidad de nutrientes según sea la necesidad de cada planta. La liberación de nutrientes no se ven afectadas por el pH, salinidad o actividad microbiana (COMPO EXPERT, S/A). Su formulación completa de macro y micronutrientes hace de este fertilizante una fuente ideal para el crecimiento de las plantas y pueden ser usados o mezclados con sustratos, teniendo una duración de 6 meses en temperaturas templadas a 21 °C. Se recomienda para cultivos con periodos cortos o medianos (COMPO EXPERT, S/A).

Tabla 4. Concentración de nutrientes de Basacote Plus 6M

MACRONUTRIENTES Y	
MICRONUTRIENTES	PORCENTAJE DE CONCENTRACION
N	16.00 %
P ₂ O ₅	8.00 %
K ₂ O	12.00 %
MgO	2.00 %
S	5.00 %
B	0.020 %
Cu	0.050 %
Fe	0.400 %
Mn	0.060 %
Mo	0.015 %
Zn	0.050 %

Fuente: COMPO EXPERT S/A

2.12.5. Molimax 20-20-20

Es un fertilizante granular de mezcla física con 20 % de N, 20 % de P₂O₅ y 20 % de K₂O (MOLINOS y CIA, S/A). Se obtienen a partir de la mezcla física o mecánica de dos o más fertilizantes. Una de sus ventajas es su bajo costo, sin embargo, algunos fertilizantes son más higroscópicos que otros (MOLINOS y CIA, S/A).

La recomendación de este fertilizante es para cultivos que demandan alta cantidad de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en las primeras etapas de su desarrollo, como hortalizas, espárrago, papa, frutales, algodón, etc. (MOLINOS y CIA, S/A).

2.13. Trabajos realizados

Berrocal (2016), menciona que el Bocashi a una proporción de (5:1) obtuvo los mejores resultados para el crecimiento fisiológico a 120 días después del repique, logrando una altura de planta de 20.62 cm, un diámetro de tallo de 4.45 mm y un volumen radicular de 8.70 cm³.

Escalante (2011), menciona que el tratamiento T₂ (Bocashi 3: 1 Var. Catimor), obtuvo el mejor vigor, representado por la altura de tallo (27.032 cm) a los 186 días después de la siembra, mostrando superioridad, seguido de los tratamientos T₁ (Humus de lombriz 1:1 Var. Catimor) (26.916 cm), T₈ (Gaicashi 3:1 Var. Catimor) (26.400 cm), T₅ (Bocashi 3:1 Var. Caturra roja) (26.096 cm), T₁₈ (Humus de lombriz 1:1 Var. Caturra roja) (26.064 cm), T₁₁ (Gaicashi 3:1 Var. Caturra roja) (26.020 cm) y T₁₄ (Humus de lombriz 3:1 Var. Catimor) (25.920 cm), respectivamente

(evaluado a los 186 días después de la siembra), de tal modo que no existen diferencias significativas entre abonos orgánicos y entre las proporciones 1:1 y 3:1 (abono orgánico: Tierra agrícola).

Honorio (2019), encontró una mejor altura en la producción de plantas de café (*Coffea canephora* Pierre) producidas con semillas grandes teniendo 51.36 cm de altura y para semillas grandes escarificadas obtuvo un tamaño de planta de 54.45 cm. Mientras que, para el diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, materia seca, volumen y longitud de raíz no se encontró algún tratamiento con diferencias significativas.

En el trabajo realizado por Julca (2000), los mejores resultados a los 105 días después del repique fueron logrados con pulpa de café, con una proporción de 6:4 siendo este el tratamiento a5b4, el cual logro una altura de planta de 23.387 cm, seguido por los tratamientos a5b5 (proporción 5:5) y a2b5 (gallinaza proporción5:5) con alturas de planta de 22.307 cm y 22.06 cm respectivamente.

El uso de superfosfato triple nos dio como resultado con una diferencia estadística de las demás fuentes estudiadas, una mejor altura de planta, diámetro de tallo, área foliar, volumen de raíz y materia seca; solo el fosbayovar respecto a la altura de planta mostró un resultado similar. El superfosfato triple de calcio a una dosis de 200 ppm fue el que influyó positivamente en altura de planta mejor que las demás fuentes o dosis logrando 42.54 cm de altura, sin diferenciarse estadísticamente del superfosfato triple de calcio a 50 ppm y fosbayóvar a 400 ppm con 40.30 y 39.58 cm, respectivamente (Fernández, 2003).

Florido (2018) evaluó 4 fuentes de materia orgánica en la obtención de plántones de café (*Coffea arábica* L.) y encontró que la mejor fuente orgánica fue la gallinaza; es decir alcanzo 20.35 cm de altura, 3.5 cm de diámetro, volumen con 4.0 cm³, materia seca con 3.69 g y área foliar con 439.8 cm² y el que menor efecto tuvo fue el guano de cuy. Rojas (2017) encontró que el guano de isla obtuvo mejores resultados en la obtención de vivero de café a diferencia del compost y humus, logrando una altura de planta de 10.91 cm, diámetro de tallo 0.52 cm, número de par de hojas con 3.433 y un área foliar de 37.626 cm²

Rodríguez (2016), utilizó pulpa de café y compost con diferentes proporciones, con los cuales obtuvo a los 120 días después de siembra, que la tierra agrícola más pulpa de café (3:1) los valores de 10.29 cm para altura de planta, 9.6 para el número de hojas, 20.35 cm para la longitud de raíz.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo se realizó en el sector de Malvinas, Distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, en el departamento de San Martín, cuyas coordenadas geográficas en UTM son: 275781.79 m. E, 9347006.13 m. N. con una altitud de 1,000 m.s.n.m.

Ubicación Política

Región : San Martín

Provincia : Moyobamba

Distrito : Moyobamba

Lugar : Centro Poblado las Malvinas

3.1.2. Condiciones climáticas de la zona experimental

Las características del área experimental corresponden a la región selva alta y una condición de clima de bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT). Así mismo en la tabla 5 se observan los datos meteorológicos obtenidos durante la ejecución del experimento, con temperaturas máximas de 30.55 °C, la mínima de 17.77 °C y un promedio de 23.71 °C; para el caso de la precipitación se obtuvo un promedio mensual de 57.45 mm, y para la humedad relativa se obtuvo un promedio de 71.15 % mensual. Factores que de alguna manera influyeron en el presente trabajo sobre todo en agosto y setiembre que fue la época más seca.

Tabla 5. Factores meteorológicos durante la ejecución del experimento.

Año	Mes	Temperatura			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
		Máxima	Mínima	Media		
2022	Agosto	29.34	17.77	23.56	63.89	25.65
2022	Setiembre	30.55	19.45	25.00	60.75	27.68
2022	Octubre	29.39	19.15	24.27	71.01	67.64
2022	Noviembre	29.25	19.06	24.15	69.36	69.94
2022	Diciembre	29.14	19.02	24.08	67.83	27.44
2023	Enero	28.05	18.71	23.38	71.61	62.93
2023	Febrero	28.12	19.23	23.68	72.66	26.44
2023	Marzo	26.65	18.58	22.61	81.53	132.21
2023	Abril	26.81	18.51	22.66	81.76	77.08
Promedio		28.59	18.83	23.71	71.15	57.45

Fuente: NASA POWER (2024)

3.2. Análisis del sustrato

El análisis del sustrato se realizó en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El análisis constó de la caracterización fisicoquímica del subsuelo y los parámetros a determinar son los que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Análisis físico, químico del suelo (sustrato)

Parámetro	Método y metodología empleado	Subsuelo Mas 20 cm	Suelo agrícola 0 a 20 cm
Clase textural	Triángulo Textural	Arcilloso	Fco Arcilloso
pH (1:1)	Potenciómetro	4.64	5.90
Materia orgánica (%)	Walkley y Black	2.00	3.94
Nitrógeno total (%)	% M.O x 0.05	0.1	0.2
Fósforo disponible (ppm)	Olsen modificado	2.56	11.64
Potasio	Absorción atómica	81.76	101.96
CIC	Acetato de NH ₄ 1N pH: 7.0 (suelos con pH>5.5)	-----	7.514
Ca (Cmol+)/Kg)	Absorción atómica	2.172	6.147
Mg (Cmol+)/Kg)	Absorción atómica	0.356	0.952
CIC e	KCl 1 N (Suelos en pH<5.5)	3.13	-----

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNAS.

3.3. Diseño estadístico

3.3.1. Componentes en estudio

a. Fertilizante químico

- Yaramila hydran
- Yaramila complex
- Basacote Plus 6M
- Yaramila integrador

b. Dosis de fertilizante

- 9 - 18 - 27g de fertilizante por planta (bolsas para vivero de 7 x 10)

Para el Basacote Plus 6M se realizó la mezcla junto con el sustrato y fue la única aplicación a la dosis que corresponde a cada tratamiento (9, 18 y 27 g por planta). Para el resto de los fertilizantes se hizo la aplicación cada 21 días (9 aplicaciones durante la evaluación haciendo un total de 9, 18 y 27 g por planta).

c. Testigo absoluto

- Suelo agrícola (Testigo 1)

- Sustrato enriquecido (Testigo 2)
- Molimax 20-20-20 (Testigo 3)

El testigo absoluto fue solo de suelo agrícola (se obtuvo dentro de los 10 a 20 cm de profundidad) a la cual también se realizó el análisis físico químico de suelos. Sustrato enriquecido consto de la siguiente composición 50 % de subsuelo (dentro de los 20 a 30 cm de profundidad del suelo) más 25 % de cascarilla de arroz más 25 % de pulpa de café y se añadió por metro cubico 8 Kg de cal agrícola, 5 kg de fosfato mono amónico y 5 kilogramos de cloruro de potasio. Molimax 20-20-20, se aplicó en nueve oportunidades al suelo enriquecido con 1 gramos por cada aplicación.

3.3.2. Tratamientos en estudio

Tabla 7. Descripción de los tratamientos en estudio

Tratamientos en estudio		
Clave	Composición del sustrato g/bolsa	Tipo de fertilizante
T ₁	suelo agrícola	
T ₂	sustrato enriquecido*	
T ₃	sustrato enriquecido + 9 g de fertilizante	Molimax 20-20-20
T ₄	sustrato enriquecido + 9 g de fertilizante	Yaramila hydran
T ₅	sustrato enriquecido + 9 g de fertilizante	Yaramila Complex
T ₆	sustrato enriquecido + 9 g de fertilizante	Yaramila integrador
T ₇	sustrato enriquecido + 9 g de fertilizante	Basacote Plus 6M
T ₈	sustrato enriquecido + 18 g de fertilizante	Yaramila hydran
T ₉	sustrato enriquecido + 18 g de fertilizante	Yaramila Complex
T ₁₀	sustrato enriquecido + 18 g de fertilizante	Yaramila integrador
T ₁₁	sustrato enriquecido + 18 g de fertilizante	Basacote Plus 6M
T ₁₂	sustrato enriquecido + 27 g de fertilizante	Yaramila hydran
T ₁₃	sustrato enriquecido + 27 g de fertilizante	Yaramila Complex
T ₁₄	sustrato enriquecido + 27 g de fertilizante	Yaramila integrador
T ₁₅	sustrato enriquecido + 27 g de fertilizante	Basacote Plus 6M

* Suelo enriquecido: Con 50 % de suelo (del sub suelo entre 10 a 30 cm de profundidad) más 25 % de cascarilla de arroz más 25 % de pulpa de café y se añadirá por metro cubico 8 kg de cal agrícola, 5 kg de fosfato mono amónico y 5 kilogramos de cloruro de potasio.

Los tratamientos T_1 , T_2 y T_3 son considerados como comparadores o testigos, ya que en la zona los productores utilizan con mayor frecuencia.

3.3.3. Diseño experimental

Para este trabajo se utilizó un diseño completamente al azar con 15 tratamientos y 4 repeticiones y el modelo aditivo es el siguiente:

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Respuesta del i -ésimo tratamiento de la j -ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

σ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental.

Para:

$i = 1, 2, 3, \dots, 15$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, 4$ repeticiones

3.3.4. Análisis estadístico

Para determinar el análisis de varianza, el coeficiente de variabilidad, y las diferencias de medias de los tratamientos en estudio se utilizó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

Tabla 8. Análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Tratamiento	14	SCtrat.	CMtrat	CMtrat/CMee	F α (Gltrat.Glee)
Error experimental	45	SCee.	CMee		
Total	59	SCtotal			

3.3.5. Características del campo experimental

a. Dimensiones del vivero

Largo: 19 m

Ancho: 6.23m

Área total: 118.37 m²

b. Bolsas

Total de bolsas por tratamiento : 64

Total de bolsas por experimento : 960

Bolsas por evaluar en el experimento : 240

c. Tratamientos

Numero de fertilizantes químicos : 5

Numero de testigos : 3

Número total de tratamientos : 15

3.4. Plan agronómico

3.4.1. Germinador

El germinador se preparó con arena fina lavada de río estableciendo una cama de al menos de 20 cm de altura. Las dimensiones del germinador fueron de 1.2 de largo por 0.8 metros de ancho.

3.4.2. Distribución y desinfección de la semilla

La semilla se colocó una al lado de la otra, evitando aglomeraciones de la semilla. Esto permitió una mejor y mayor uniformidad de la germinación. Se distribuyó un kilogramo de semilla en un metro cuadrado. Colocada la semilla en la cama de arena, se cubrió con la misma arena, solo tapando la semilla, el grosor de la capa que cubrió la

semilla, fue entre 0.5 a 1 centímetros. Seguidamente la cama se cubrió con hojarasca, para mantener la temperatura y humedad adecuada.

Esta cobertura se eliminó cuando la planta emergió del suelo, aproximadamente a los 50 días. Se estableció una cobertura de la cama del germinador, a un metro de altura, lo que permitió una aclimatación de la plántula. Cuando el tallo de la plántula cambie del color rosado a verde, es cuando se trasplanta a la bolsa.

Para la desinfección de la semilla se utilizó RHIZOLEX-T a razón de 4 g por kilogramo de semilla de café, antes de distribuir la semilla en el germinador. En una bolsa de 2 kg se agregó la semilla de café y luego el RHIZOLEX-T, posteriormente se procedió a agitar la bolsa para mezclar y que este quede impregnado en la semilla.

3.4.3. Preparación del almacigo

El vivero se instaló sin sombra, para la colocación de las bolsas se niveló un área de 126.05 m² para dar mejor condición de crecimiento y evitar encharcamientos. Esta área se cercó con Malla raschel a una altura de 2 metros, para evitar el ingreso de animales o personas ajenas.

3.4.4. Preparación del sustrato

Se utilizó un 50 % de tierra del subsuelo (mayor de 20 cm). Esto porque es un suelo que está libre de todo ecosistema, evitando así traer al viveros, plagas, enfermedades y malezas que solo ponen en riesgo el desarrollo de las plantas.

Este subsuelo antes de mezclarse se pasó por una zaranda que dejó uniforme las partículas del suelo y se eliminó todas las impurezas que puedo tener.

Se utilizó un 25 % de materia orgánica (Pulpa de café) en perfecto estado y completamente descompuesta, 25 % de cascarilla de arroz, esto nos permitirá una menor compactación del suelo permitiendo la aireación que se requiere para una mejor nutrición de las plantas.

Con el sustrato ya preparado se aplicó lo siguiente:

- 8 kilos de Cal Dolomítica por metro cúbico.
- 5 kilos de Fosfato mono amónico por metro cúbico.
- 5 kilos de KCl (Cloruro de Potasio) por metro cúbico.

3.4.5. Llenado de bolsa

La bolsa se llenó, dejando de 2 cm libres de la bolsa. Durante el llenado de bolsa se evitó que el sustrato quede flojo, el nivel de llenado quedo consistente, pero no compactada asegurándonos de que la bolsa quede llena, para que cuando al colocar la bolsa en el suelo, esta no se cae, partiendo de un terreno a nivel, donde cada bolsa contiene aproximadamente un volumen de 2.2 litros

3.4.6. Distribución y colocación de las bolsas

Se utilizó bolsas de 7 x 10 pulgadas. La distribución se hizo según las figuras 2 y 3 del anexo

3.4.7. Trasplante de las plantas de café (*Coffea arabica* L.) en la bolsa

La siembra se hizo a los 50 días de haber elaborado el germinador y cuando el tallo cambó de color rosado a verde. Se hizo una selección de las plantas que se utilizaron para la siembra en la bolsa. Las plantas estuvieron sanas y bien formadas, se eliminó todas las plantas con raíz doblada, raíz doble, tallos torcidos, tallos dobles, de poco crecimiento o cualquier otra deformidad. A la planta seleccionada se le cortó la raíz, dejando solo dos pulgadas de largo.

3.4.8. Control de plagas

Para el control de plagas se utilizó TIEZO 300 WG a razón de 1 gr por litro de agua cada 21 días, teniendo en cuenta la presencia de plagas dentro del vivero. Este control se hizo enfocado en gusanos cortadores y picadores chupadores.

3.4.9. Prevención de enfermedades

Para la prevención y control de enfermedades, se utilizó AMISTAR 50 WG a razón de 0.4 gr por litro de agua. Esta prevención se realizó cada 21 días. En esta etapa se realizó la aplicación para el control de enfermedades a nivel del tallo como chupaderas y hojas como el caso de cercospora y roya del café.

3.4.10. Control de Malezas

El control de malezas se realizó de manera manual una vez cada 21 días y según lo que la maleza vaya emergiendo, evitando competencia alguna o sean hospederos de

plagas o enfermedades. Las malezas más frecuentes encontradas fueron malezas de hojas anchas, gramíneas y con poca presencia algunas ciperáceas.

3.4.11. Nutrición y fertilización

La nutrición del vivero se realizó de acuerdo con los tratamientos establecidos. Para el Basacote Plus 6M se realizó la mezcla junto con el sustrato y fue la única aplicación a la dosis que corresponde a cada tratamiento (9 g, 18 g y 27 g por planta). Para el resto de los fertilizantes se hizo la aplicación cada 21 días (9 aplicaciones durante la evaluación) para que los nutrientes estén disponibles para la planta y no generar algún desgaste o estrés. Empezamos con la primera aplicación el mismo momento que se realizó la siembra de las plantas en la bolsa. Nos apoyamos de un punzón de madera de 15 cm para hacer 3 agujeros donde se aplicó el fertilizante, con una profundidad máxima de 3 cm alrededor de la planta.



Figura 1. Forma de aplicación de fertilizante

3.4.12. Riego

El riego se realizó de acuerdo con las necesidades de la planta y en la medida que lo requiere, teniendo el sustrato siempre a capacidad de campo.

3.5. Variables por evaluar

3.5.1. Diámetro del tallo

Para este carácter se evaluó 16 plantas por tratamiento a partir de los 90, 120 y 150 días desde la siembra, midiendo el diámetro del tallo a nivel del cuello con un vernier en milímetros.

3.5.2. Número de hojas

Para este carácter se evaluó 16 plantas por tratamiento a partir de los 90, 120 y 150 días desde la siembra, contando el número de hojas por planta.

3.5.3. Altura de la planta

Para este carácter se evaluó 16 plantas por tratamiento a partir de los 90, 120 y 150 días desde la siembra, midiendo la altura desde el cuello de la planta hasta la yema terminal visible con una regla graduada en cm.

3.5.4. Número de ejes (par de ramas plagiotrópicas)

El número de ejes se comenzó a evaluar a partir de los 120 y 150 días después del repique o trasplante

3.5.5. Longitud radicular

Este carácter se evaluó al culminar el experimento, midiendo las raíces utilizando una regla graduada en cm, desde la inserción con el esqueje hasta la parte terminal de 16 plantas por tratamiento.

3.5.6. Área foliar

Para medir esta variable se usó el programa imageJ con el siguiente procedimiento: se tomó 16 plantas del cual sus hojas fueron escaneadas y se calculó el área foliar en el programa imageJ. Esta variable se evaluó al final del experimento.

3.5.7. Volumen radicular

Para medir esta variable se utilizó una probeta graduada, en donde se colocó agua destilada y posteriormente se colocó la raíz de las plantas (desde la base del tallo hacia abajo) teniendo el volumen de la raíz por diferencia. Se evaluó 16 plantas por tratamiento.

3.5.8. Materia seca

Este parámetro se evaluó al finalizar el experimento. Se tomaron muestras frescas de 16 plantas, las cuales fueron pesadas y puestas en bolsas de papel periódico,

con el fin de obtener el peso fresco por planta. Para obtener el peso seco de las muestras, estas se llevaron y fueron puestas en una estufa a 70 °C por 48 horas hasta adquirir peso constante; una vez secas las muestras, estas se pesaron.

3.5.9. Análisis de Beneficio costo

La evaluación de la rentabilidad de los diferentes tratamientos en estudio se realizó por el método análisis comparativo de ingresos y costos de producción. El índice de rentabilidad (B/C) en cada tratamiento, se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación (B/C)} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

El ingreso bruto de todos los tratamientos en estudio se determinará multiplicando el número de plántones producidos para 1 ha (5,000 plántones de café) por el precio de cada planta. Los costos de producción serán determinados proyectando a 1 ha y obedeciendo al costo de los fertilizantes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Altura de planta

De acuerdo con el análisis de varianza de la tabla 9, se encontró que existe diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para la variable altura de planta a los 90, 120 y 150 días después del repique, es decir que con al menos uno de los fertilizantes a una dosis determinada logró diferencia estadística en el incremento de la altura de planta.

Los coeficientes de variación son de 7.97 %, 10.68 % y 11.10 % indicando una alta homogeneidad entre los datos para esta variable en estudio.

Tabla 9. Análisis de varianza para la variable altura de planta de plantones de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después del repique.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	90 ddt		120 ddt		150 ddt	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Tratamientos	14	3,43	0,0001	17,68	0,0001	14,9	0,0216
Error	45	0,58		4,17		6,69	
Total	59						
CV %		7,97		10,68		11,1	

De acuerdo con la prueba de Duncan para un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (Tabla 10) para la variable en medición del promedio de altura de planta se presentó que el T₁₄ (Yaramila integrador 27 g) alcanzó el mayor promedio con 26.93 cm a los 150 días después de repique, seguido de T₁₀ (Yaramila integrador 18 g) y T₉ (Yaramila complex 18 g) con 26.08 cm y 24.95 cm de altura respectivamente. Este efecto puede darse ya que los fertilizantes contienen una concertación adecuada de Nitrógeno y Zinc y estos a su vez son importantes para la síntesis de auxinas quien es responsable del crecimiento del tallo (Diaz, 2017)

Los promedios más bajos se obtuvieron en el T₁ (Tierra agrícola), T₂ (sustrato enriquecido) y T₇ (Basacote Plus 6M 9 g) con promedios de 19.12 cm, 21.80 cm y 21.87 cm respectivamente.

Según Berrocal (2016) alcanzo un promedio de altura de 20.62 cm a los 120 días después de repique, si comparamos con los 120 días de esta investigación tenemos que se ha logrado 22.9 cm de altura con el T₁₄ (Yaramila integrador 27 g), evidenciando que los fertilizantes compuestos de mezclas químicas tienen mejor efecto en el desarrollo vegetativo de la planta, así mismo Granados (2020)

alcanzo 29.97 cm de altura de planta, pero a los 9 meses con el T₄ (nivel medio de nitrógeno) en campo definitivo y Florido (2018) obtuvo 20.35 cm de altura con gallinaza 16.7 % (5:1) a los 150 días después de repique.

Lo que podemos destacar de estos resultados es la diferencia con el T₁ (Tierra agrícola), el cual nos aclara que para lograr mejor altura de planta debemos optar por fertilizar de lo contrario el crecimiento será muy limitado, incluso con los abonos orgánicos.

La altura es fundamental porque nos da a conocer el crecimiento ortotrópico de la planta, el cual va a proporcionar bandolas que garantizaran la producción en los siguientes años (Garriz y Vicuña 1990, citado por Blanco-Navarro et al., 2003)

Tabla 10. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable de altura de planta de plántones evaluados a los 90, 120 y 150 días después del repique.

90 ddt				120 ddt				150 ddt			
Clave	Tratamiento	cm	Sig	Clave	Tratamiento	cm	Sig	Clave	Tratamiento	cm	Sig
T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	10,69	a	T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	22,9	a	T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	26,93	a
T ₂	Sustrato enriquecido	10,52	a	T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	21,98	ab	T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	26,08	ab
T ₄	Yaramila hydran (9 g)	10,2	ab	T ₉	Yaramila complex (18 g)	21,32	abc	T ₉	Yaramila complex (18 g)	24,95	ab
T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	10,15	ab	T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	20,67	abcd	T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	24,63	ab
T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	10,14	ab	T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	20,57	abcd	T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	24,6	ab
T ₅	Yaramila complex (9 g)	10,04	ab	T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	19,56	bcde	T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	23,45	ab
T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	9,97	ab	T ₈	Yaramila hydran (18 g)	19,00	bcde	T ₂	Yaramila hydran (9 g)	23,34	abc
T ₈	Yaramila hydran (18 g)	9,91	ab	T ₄	Yaramila hydran (9 g)	18,64	bcde	T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	23,19	abc
T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	9,89	ab	T ₆	Yaramila integrador (9 g)	18,62	bcde	T ₈	Yaramila hydran (18 g)	22,85	abc
T ₆	Yaramila integrador (9 g)	9,53	abc	T ₅	Yaramila complex (9 g)	18,24	cde	T ₆	Yaramila integrador (9 g)	22,56	bc
T ₉	Yaramila complex (18 g)	9,09	bcd	T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	17,93	def	T ₅	Yaramila complex (9 g)	22,24	bc
T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	8,65	cde	T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	17,87	def	T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	22,13	bc
T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	8,38	cde	T ₂	Sustrato enriquecido	17,49	def	T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	21,87	bc
T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	8,38	de	T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	17,06	ef	T ₂	Sustrato enriquecido	21,8	bc
T ₁	Tierra agrícola	8,38	e	T ₁	Tierra agrícola	14,79	f	T ₁	Tierra agrícola	19,12	c

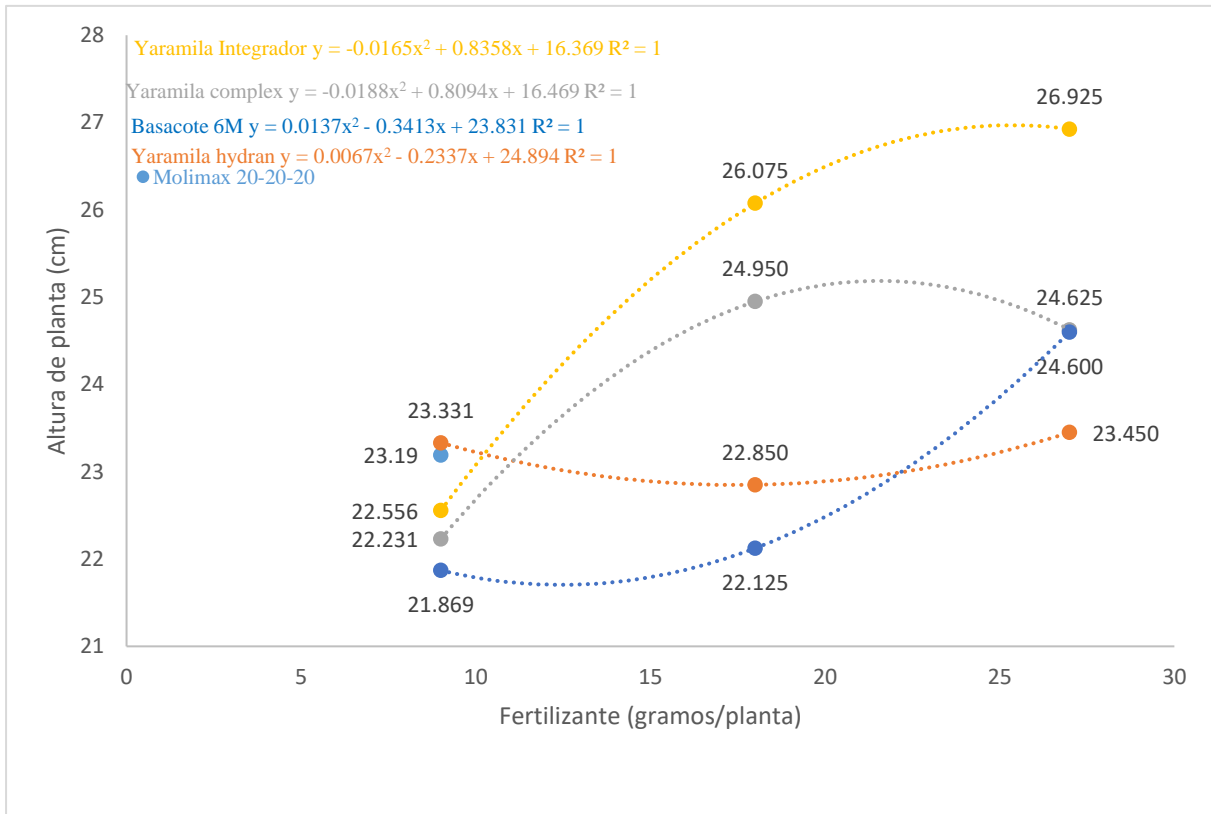


Figura 2. Efecto de los fertilizantes sobre la variable de altura de plantones de café.

4.2. Diámetro de tallo

De acuerdo con el análisis de la tabla 11, encontramos que existen diferencias significativas para la evaluación a los 90 días después del repique (ddt), sin embargo no se encontraron diferencias estadísticas para 120 y 150 días después de repique. Asimismo, se obtuvo que el coeficiente de variabilidad para los 90 ddt es de 6.53 % indicando alta homogeneidad de los datos y para 120 y 150 ddt son 15.43 % y 13.5 % respectivamente indicando una homogeneidad regular.

Tabla 11. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de plantones de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después de repique (ddt)

	Grados de Libertad	90 ddt		120 ddt		150 ddt	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Tratamientos	14	0,080	0,0189	0,310	0,6497	0,350	0,7212
Error	45	0,040		0,370		0,470	
Total	59						
CV %		6,53		15,43		13,85	

De acuerdo con la prueba de Duncan para una significación de $\alpha=0.05$ (Tabla 12), con relación al promedio del diámetro de tallo, el T₃ (Molimax 20-20-20) obtuvo mejores resultados a los 90 ddt con 3.06 mm, a los 120 y 150 ddt el T₁₄ (Yaramila integrador 27 g) alcanzo el mayor promedio con 4.53 y 5.54 mm respectivamente, teniendo en cuenta que en la última evaluación no existió diferencias estadísticas entre los tratamientos. El T₁ (Tierra agrícola) fue el que logro el menor promedio a los 90 ddt con 2.54 mm, sin embargo, el T₅ (Yaramila complex 9 g) fue el que obtuvo el menor promedio a los 120 y 150 días con 3.55 y 4.52 mm respectivamente, teniendo en cuenta que en las dos últimas evaluaciones (120 y 150 ddt) no existió diferencias estadísticas entre los tratamientos. Estos resultados posiblemente se deben al contenido de nutrientes que presenta Yaramila y Molimax 20-20-20

Tabla 12. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la variable diámetro de tallo en plántones de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después de repique.

90 ddt				120 ddt				150 ddt			
Clave	Tratamiento	Mm	Sig	Clave	Tratamiento	mm	Sig	Clave	Tratamiento	mm	Sig
T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	3,06	a	T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	4,53	a	T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	5,54	a
T ₆	Yaramila integrador (9 g)	3,05	a b	T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	4,47	a	T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	5,48	a
T ₂	Sustrato enriquecido	2,98	a b c	T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	4,12	a	T ₁₁	basacote Plus 6M (18 g)	5,19	a
T ₈	Yaramila hydran (18 g)	2,95	a b c	T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	4,12	a	T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	5,14	a
T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	2,94	a b c	T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	4,04	a	T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	5,05	a
T ₄	Yaramila hydran (9 g)	2,94	a b c	T ₉	Yaramila complex (18 g)	4,04	a	T ₉	Yaramila complex (18 g)	5,03	a
T ₉	Yaramila complex (18 g)	2,90	a b c	T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	3,98	a	T ₈	Yaramila hydran (18 g)	4,96	a
T ₅	Yaramila complex (9 g)	2,90	a b c	T ₈	Yaramila hydran (18 g)	3,97	a	T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	4,91	a
T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	2,89	a b c	T ₂	Sustrato enriquecido	3,96	a	T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	4,85	a
T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	2,86	a b c	T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	3,83	a	T ₁	Tierra agrícola	4,82	a
T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	2,78	a b c d	T ₁	Tierra agrícola	3,8	a	T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	4,82	a
T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	2,74	b c d	T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	3,8	a	T ₂	Sustrato enriquecido	4,8	a
T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	2,73	c d	T ₆	Yaramila integrador (9 g)	3,68	a	T ₆	Yaramila integrador (9 g)	4,66	a
T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	2,71	c d	T ₄	Yaramila hydran (9 g)	3,65	a	T ₄	Yaramila hydran (9 g)	4,57	a
T ₁	Testigo (Tierra agrícola)	2,54	d	T ₅	Yaramila complex (9 g)	3,55	a	T ₅	Yaramila complex (9 g)	4,52	a

Según los resultados obtenidos de la investigación el T₁₄ (Yaramila integrador 27 g) es el que alcanzó el mayor crecimiento del diámetro de planta con 5.54 mm, seguido de T₁₀ (Yaramila integrador 18 g) y T₁₁ (Basacote Plus 6M 18 g), con 5.48 mm y 5.19 mm respectivamente como se muestra en la figura 2, mientras que Berrocal (2016), a los 120 ddt alcanzo 4.45 mm con el T₁ (Bocashi 5:1), Florido (2018) obtuvo con estiércol de cuy 12.7 % (7:1) 3.515 mm de diámetro a los 150 días después del repique y Granados (2020) obtuvo 4.31 mm de diámetro a los 9 meses después del repique en campo definitivo.

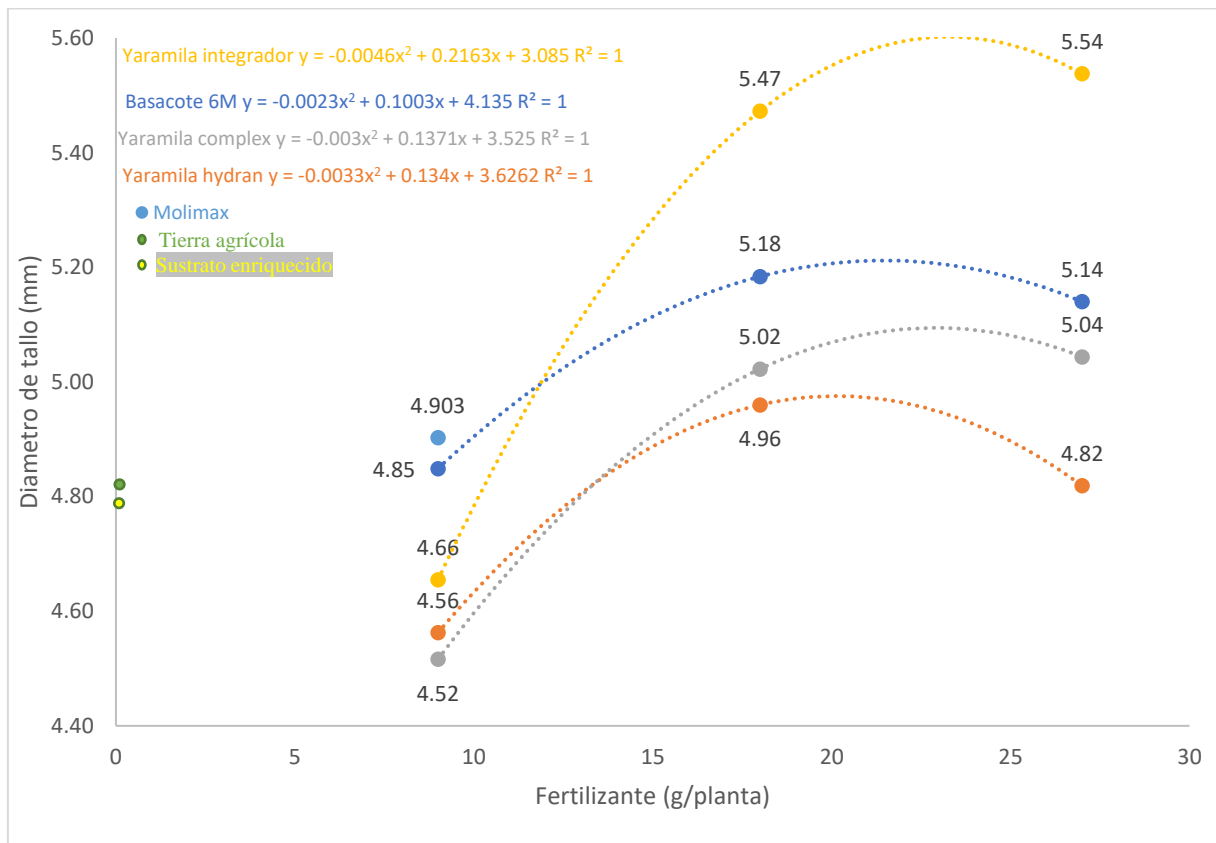


Figura 3. Efecto de los fertilizantes sobre la variable diámetro de tallo en plántulas de café.

Acerca del diámetro del tallo, podemos indicar que los tratamientos con Yaramila integrador obtuvieron los mejores resultados por su balanceada concentración de nitrógeno 15 %, P₂O₅ 9 %, 20 % K₂O y el aporte de micronutrientes en especial el zinc con 0.02 %. Luego tenemos a los demás fertilizantes, Basacote 6M, Yaramila complex y Yaramila hydran con resultados por debajo del Yaramila integrador, con la particularidad de que todos tienen dentro de su composición micronutrientes.

El zinc está estrechamente relacionado con el metabolismo de auxinas y nitrógeno, que a su vez son responsables del crecimiento de la planta (Kyrkby y Volker, 2007),

asimismo el fósforo, su esencialidad en la planta radica en que es un nutriente que interviene en el metabolismo y almacenamiento de la energía (ATP y NAD), participando de la fotosíntesis, proveyendo de energía a los diferentes procesos internos de la planta y en el transporte de otros nutrientes. Un suministro bajo de fósforo en la planta causa severos daños en el crecimiento vegetativo (INTAGRI, 2017).

4.3. Número de Hojas

De acuerdo con la tabla 13, realizando el análisis de varianza para el número de hojas, encontramos que existen diferencias significativas entre los tratamientos para la evaluación a los 90, 120 y 150 días después del repique. Los valores de los coeficientes de variabilidad alcanzaron 7.57 %, 12.97 % y 11.16 % respectivamente indicando una variabilidad de los datos de alta homogeneidad para los 90 días y una homogeneidad regular para 120 y 150 días.

Tabla 13. Análisis de varianza para la variable número de hojas de plántulas de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después de repique.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	90 ddt		120 ddt		150 ddt	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Tratamientos	14	2,08	0,0004	18,53	0,0001	20,53	0,0001
Error	45	0,56		3,15		3,49	
Total	59						
CV %		7,57		12,97		11,16	

De acuerdo con la prueba de Duncan para una significación de $\alpha=0.05$ (Tabla 14), el mayor número de hojas por planta fue alcanzado por T₁₄ (Yaramila integrador 27 g) con un promedio de 21 hojas por planta, seguido por T₁₂ (Yaramila hydran 27 g), T₁₀ (Yaramila integrador 18 g) y T₁₃ (Yaramila complex 27 g), con un número promedio de 18.2, 18.83 y 18.38 hojas por planta respectivamente, a diferencia de Berrocal (2016) obtuvo a los 120 días 12.85 hojas por planta con el T₁₁ (estiércol de Vacuno 3:1), Escalante (2012) obtuvo 21.8 hojas en la variedad catimor con Bocashi (5:1) a los 186 días después del repique y Granados (2020) obtuvo a los 180 días después del repique en campo definitivo 26.31 hojas con el T₃ (Nivel bajo de Nitrógeno).

Los valores más bajos fueron obtenidos por el T₁ (Tierra agrícola), T₂ (Sustrato enriquecido) y T₇ (Basacote Plus 6M 9 g) con 12.06, 14.19 y 14.31 hojas por planta respectivamente. Podemos

observar que efectivamente los fertilizantes compuestos de mezclas químicas y de liberación rápida aumentan el número de hojas por planta.

Para el número de hojas los mejores resultados se obtuvieron con Yaramila integrador por su contenido balanceado de nitrógeno y fósforo, ya que el nitrógeno juega un papel clave en la división celular, promoviendo el crecimiento y el desarrollo de nuevos órganos y estructuras en las plantas (Ruiz, 2024).

Es importante destacar que el número de hojas está muy relacionado con la actividad fotosintética y por ende con el desarrollo de la planta. Según Méndez et. al (s/f), la capacidad fotosintética de una planta está relacionada con la cantidad de CO₂ fijado, que dará como resultado la síntesis de carbohidratos que serán utilizados por la planta para su desarrollo, el resto será almacenando en la diferentes estructuras, tal como raíces o frutos para ser utilizados en momentos cruciales, donde no sea posible realizar completamente la fotosíntesis.

Tabla 14. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la variable número de hojas por planta de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después del repique.

90 ddt				120 ddt				150 ddt			
Clave	Tratamiento	N°	Sig	Clave	Tratamiento	N°	Sig	Clave	Tratamiento	N°	Sig
T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	10,75	a	T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	16,75	a	T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	21,00	a
T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	10,63	a	T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	15,94	ab	T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	18,81	ab
T ₅	Yaramila complex (9 g)	10,44	ab	T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	15,69	abc	T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	18,63	ab
T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	10,38	ab	T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	15,63	abc	T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	18,38	ab
T ₄	Yaramila hydran (9 g)	10,38	ab	T ₉	Yaramila complex (18 g)	14,81	abc	T ₄	Yaramila hydran (9 g)	17,63	b
T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	10,31	ab	T ₄	Yaramila hydran (9 g)	14,56	abc	T ₉	Yaramila complex (18 g)	17,56	b
T ₉	Yaramila complex (18 g)	10,25	ab	T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	14,56	abc	T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	17,56	b
T ₈	Yaramila hydran (18 g)	10,19	abc	T ₈	Yaramila hydran (18 g)	14,31	abc	T ₈	Yaramila hydran (18 g)	17,38	bc
T ₂	Sustrato enriquecido	10,19	abc	T ₅	Yaramila complex (9 g)	14,19	abcd	T ₅	Yaramila complex (9 g)	17,19	bcd
T ₆	Yaramila integrador (9 g)	10,06	abc	T ₆	Yaramila integrador (9 g)	13,19	bcde	T ₆	Yaramila integrador (9 g)	16,13	bcd
T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	9,94	abc	T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	12,75	cde	T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	15,88	bcd
T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	9,25	bcd	T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	11,50	def	T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	14,50	cde
T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	9,00	cd	T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	11,19	ef	T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	14,31	de
T ₁	Tierra agrícola	8,63	d	T ₂	Sustrato enriquecido	11,19	ef	T ₂	Sustrato enriquecido	14,19	de
T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	8,50	d	T ₁	Tierra agrícola	9,13	f	T ₁	Tierra agrícola	12,06	e

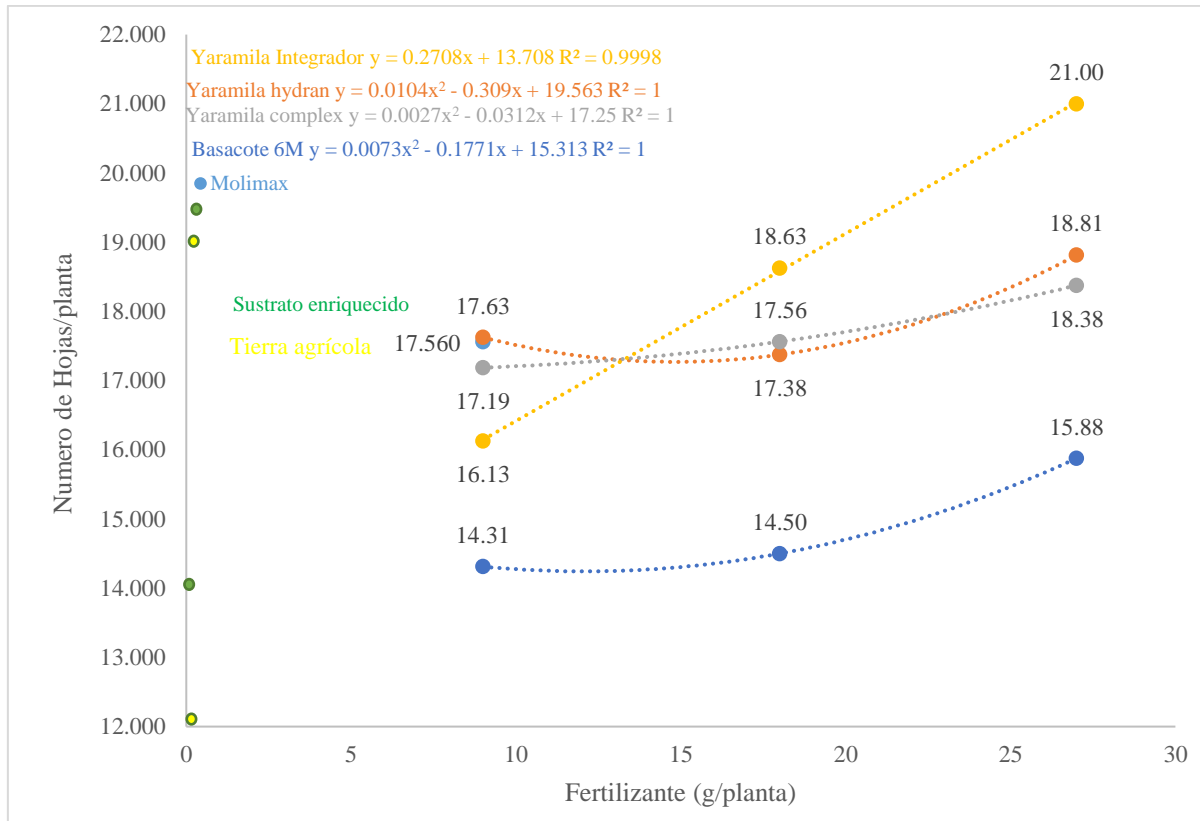


Figura 4. Efecto de los fertilizantes sobre la variable número de hojas en plántulas de café

4.4. Número de ejes (Ramas plagiotrópicas)

En la tabla 15 se muestra la prueba de análisis de varianza para el número de ejes (ramas plagiotrópicas) en plántulas de café, a los 120 y 150 días después del repique, teniendo como resultado la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos a los 120 y 150 días, asimismo los coeficientes de variación fueron 84.52 % y 32.79 % respectivamente indicando una baja homogeneidad entre los datos para esta variable en estudio. Según los resultados podemos decir que al menos un fertilizante a una dosis logró resultados diferentes.

Tabla 15. Análisis de varianza para la variable de número de ejes (ramas plagiotrópicas) de plántulas de café evaluados a los 90, 120 y 150 días después del repique.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	120 ddt		150 ddt	
		CM	p-valor	CM	p-valor
Tratamientos	14	0,15	0,1395	17,68	0,0001
Error	45	0,1		4,17	
Total	59				
CV %		84,52		32,79	

En la tabla 16 se muestra la prueba de Duncan ($\alpha=0.5$) para el número de ejes (ramas plagiotrópicas) para 120 y 150 días después del repique. En la primera evaluación se observa que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, asimismo en la segunda evaluación también existe diferencias estadísticas sin embargo en este caso observamos que la diferencia solo es con el T₁ (Tierra agrícola).

Podemos observar que los mejores tratamientos para incrementar el número de ramas a los 150 días fueron el T₁₄ (Yaramila integrador 27 g) y T₁₀ (Yaramila integrador 18) con un promedio de 1.625 ejes por cada plantón de café para ambos. El tratamiento con el menor número de ejes fue el T₁ (Tierra agrícola) que obtuvo solo 0.06 ejes por planta de café. En ese sentido podemos determinar que a los tratamientos en los cuales se hizo una fertilización nitrogenada han tenido una respuesta positiva en la formación de ramas plagiotrópicas, ya que el nitrógeno está relacionado con la presencia de la hormona citoquinina y este a su vez provoca la activación y crecimiento de yemas laterales (axilares) (Diaz 2017), a diferencia del T₁ (Tierra agrícola). Lo mismo fue encontrado por Granados (2020), quien obtuvo mejores resultados en todos los tratamientos a los que se les aplicó nitrógeno, y en los que no se aplicó o solo se aplicó fósforo y potasio el número de ramas plagiotrópicas fueron bajas.

Tabla 16. Prueba de Duncan ($\alpha=0.5$) para el número de ejes (Ramas plagiotrópicas) en plantones de café a los 120 y 150 días después del repique.

120 ddt				150 ddt			
Clave	Tratamiento	N°	Sig	Clave	Tratamiento	N°	Sig
T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	0,63	a	T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	1,625	a
T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	0,63	a	T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	1,625	a
T ₄	Yaramila hydran (9 g)	0,63	a	T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	1,563	a
T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	0,51	ab	T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	1,50	a
T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	0,5	ab	T ₈	Yaramila hydran (18 g)	1,50	a
T ₅	Yaramila complex (9 g)	0,44	ab	T ₉	Yaramila complex (18 g)	1,438	a
T ₈	Yaramila hydran (18 g)	0,44	ab	T ₄	Yaramila hydran (9 g)	1,375	a
T ₆	Yaramila integrador (9 g)	0,38	ab	T ₆	Yaramila integrador (9 g)	1,375	a
T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	0,36	ab	T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	1,31	a
T ₂	Sustrato enriquecido	0,35	ab	T ₂	Sustrato enriquecido	1,25	a
T ₉	Yaramila complex (18 g)	0,31	ab	T ₅	Yaramila complex (9 g)	1,125	a
T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	0,19	ab	T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	1,125	a
T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	0,13	ab	T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	1,00	a
T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	0,13	ab	T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	0,938	a
T ₁	Tierra agrícola	0,00	b	T ₁	Tierra agrícola	0,06	b

Este parámetro es importante ya que la producción de café depende del número de ramas y por ende el número de nudos productivos por cada rama que tenga la planta. La producción de café está estrechamente relacionada con el número de ramas. Un mayor número de bandolas (ramas) o en la planta significa mayor material productivo a disposición para los próximos años (Blanco 2000 citado por Blanco-Navarro et al., 2003).

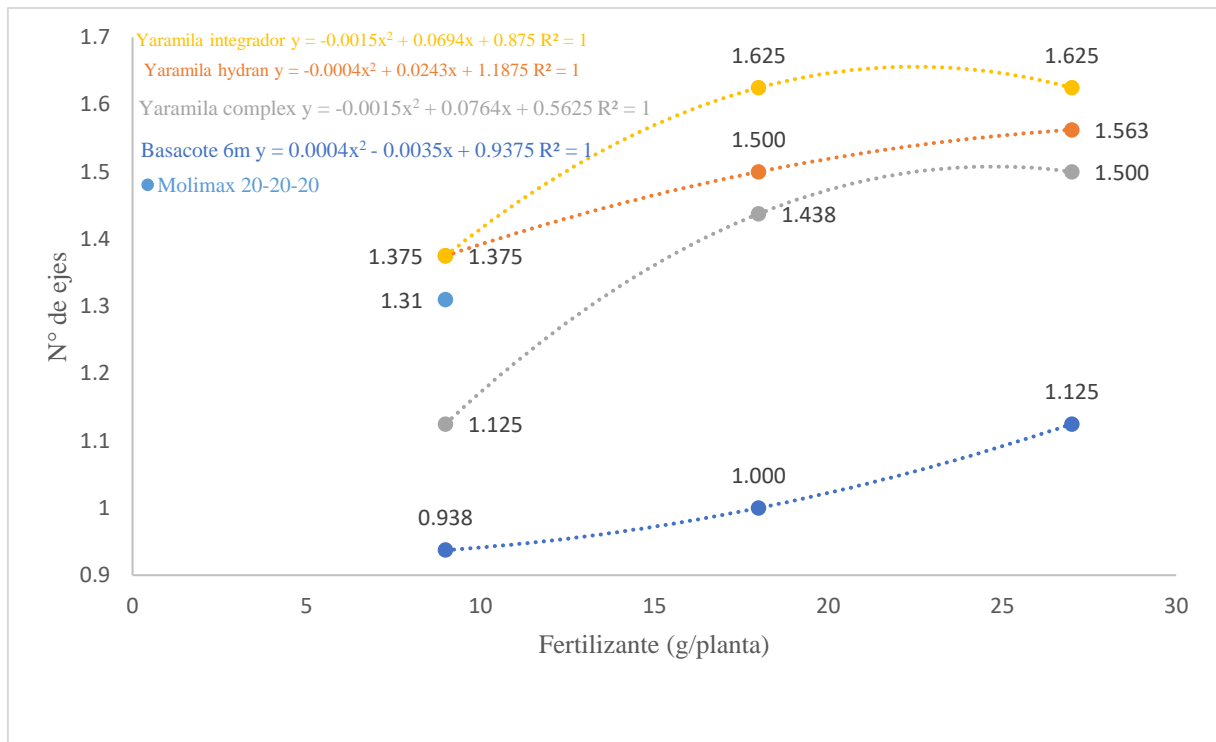


Figura 5. Efecto de los fertilizantes en la variable de número de ejes en plantones de café.

4.5. Área foliar

De acuerdo con la tabla 17, en el análisis de varianza se encontró que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio para la variable de área foliar de la planta a los 150 días después de la siembra. El coeficiente de variabilidad es igual 18.96 % indicándonos una homogeneidad regular entre los datos de esta variable en estudio.

Tabla 17. Análisis de varianza para el área foliar de la planta a los 150 días después del repique.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	150 ddt	
		CM	p-valor
Tratamientos	14	58332,57	0,001
Error	45	10999,83	
Total	59		
CV %		18,96	

De acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ para la variable en estudio (tabla 18), se encontró que el T₁₀ (Yaramila integrador 18 g) y T₁₄ (Yaramila integrador 27 g) alcanzaron los mayores promedios con 732.17 cm² y 692.01 cm² respectivamente, este efecto se sugiere que es gracias al aporte de nitrógeno en los fertilizantes ya que Granados (2020) encontró diferencias estadísticas en los tratamientos a los cuales se les agregó 60 kg/ha, 90 kg/ha y 120 kg/ha, a diferencia de los tratamientos donde aplicó solo fósforo y potasio y el tratamiento absoluto, los cuales obtuvieron los valores más bajos, también pudo acentuar el efecto el aporte de micronutrientes dentro de la fertilización, ya que una mala disponibilidad de cualquier micronutriente restringirá el desarrollo del café, sobre todo la parte productiva de las hojas, y reducirá la producción de Café (*Café / Yara Perú*, s. f.), como por ejemplo el zinc que son responsables de la elongación y expansión de las hojas vía auxinas (Intagri 2014).

Los valores más bajos se obtuvieron por el T₁ (Tierra agrícola) con 265.01 cm² debido al nulo aporte de nutrientes, seguido del T₁₁ (Basacote Plus 6M 18 g) y T₇ (Basacote Plus 6M 9 g), este efecto pudo causarse por que el basacote es un fertilizante de liberación lenta, el cual limita la disponibilidad de los nutrientes y teniendo en cuenta que el vivero fue instalado a pleno sol y la necesidad de nutrientes por la planta aumenta para su desarrollo.

Florido (año) obtuvo 439.00 cm² de área foliar con gallinaza 25 % (3:1) a los 150 días después de repique y Rivas (2013) logró obtener 434.19 cm² de área foliar con 250 g de abono compuesto a los 120 días después de repique. En ambos casos podemos entender que, el aporte de nutrientes de los fertilizantes químicos tiene mayor impacto en el desarrollo vegetativo de la planta como se muestra en la tabla 19, a diferencia de los abonos orgánicos. Las hojas son las estructuras más importantes de las plantas, ya que a través de ellas ocurren procesos vitales para su crecimiento y sostenimiento como son la fotosíntesis, la respiración y la transpiración. Un desarrollo vigoroso y sano de las hojas se traduce en un buen funcionamiento de la planta (Flores et al., 2013)

Se ha comprobado que el área foliar (AF) es una variable relacionada directa o indirectamente con los procesos de crecimiento vegetativo, tasa de desarrollo, eficiencia fotosintética, evapotranspiración, uso de nutrientes y agua. En el proceso de producción de la planta, la superficie foliar disponible está relacionada con la asimilación del carbono durante su ciclo de vida. En el cultivo del café las etapas fenológicas, la variedad, el auto sombreado de las hojas, las técnicas de manejo y la disponibilidad de los recursos ambientales, están relacionados con las variaciones en la dinámica del AF y del número de hojas a través del tiempo. (Montoya et al., 2017).

Tabla 18. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable de área foliar de plantones de café a los 150 días después del repique.

150 ddt			
Clave	Tratamiento	cm2	Sig
T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	732,17	a
T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	692,01	ab
T ₉	Yaramila complex (18 g)	667,86	abc
T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	642,48	abcd
T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	638,87	abcd
T ₄	Yaramila hydran (9 g)	600,65	abcde
T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	570,45	abcde
T ₅	Yaramila complex (9 g)	564,04	abcde
T ₆	Yaramila integrador (9 g)	555,78	bcde
T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	520,85	bcde
T ₈	Yaramila hydran (18 g)	508,75	cde
T ₂	Sustrato enriquecido	478,97	de
T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	432,12	e
T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	428,76	e
T ₁	Tierra agrícola	265,01	f

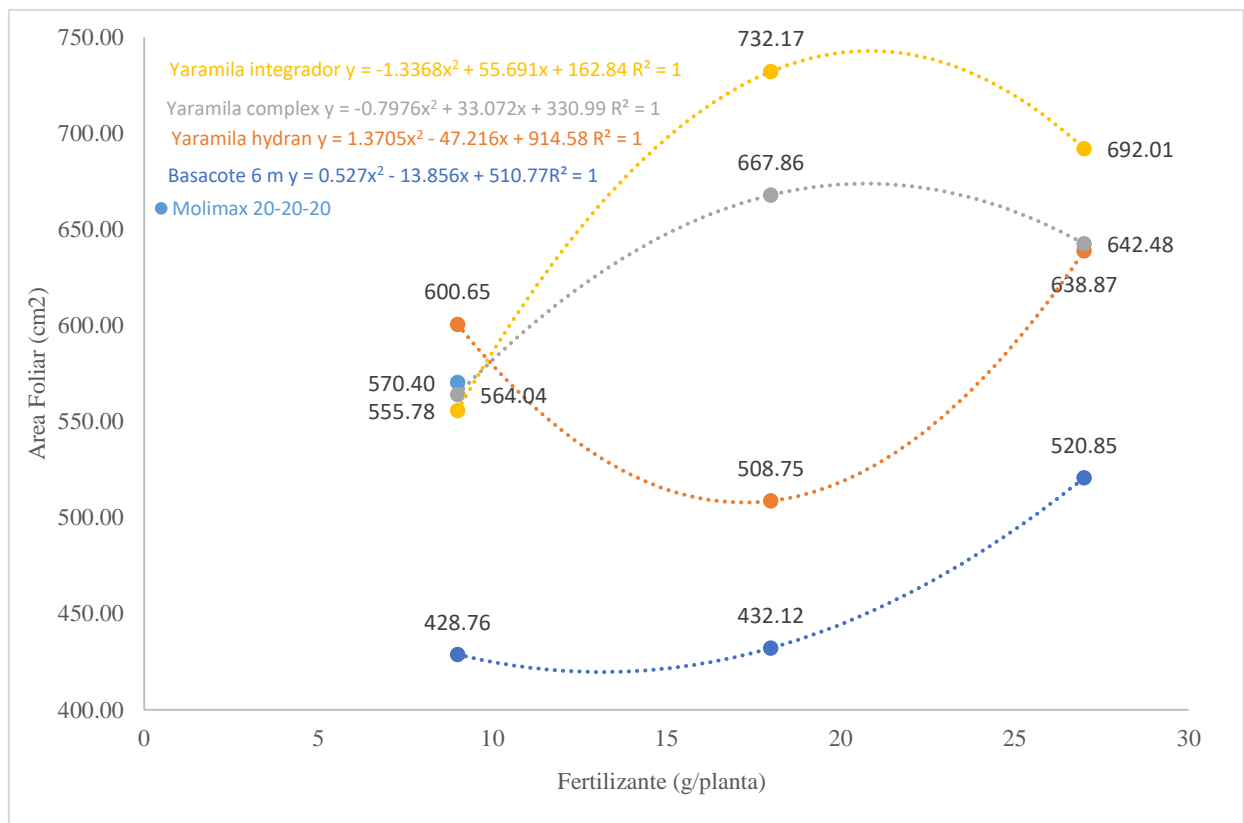


Figura 6. Efecto de los fertilizantes sobre la variable área foliar en plantones de café.

4.6. Longitud radicular

De acuerdo con la tabla 19 del análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para la variable de longitud radicular en plántones de café a los 150 días después del repique. El valor del coeficiente de varianza es 7.91 % indicando una alta homogeneidad para los datos de esta variable.

Tabla 19. Análisis de varianza para la variable longitud radicular de plántones de café a los 150 días después de repique.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	150 ddt	
		CM	p-valor
Tratamientos	14	8,68	0,0036
Error	45	3,01	
Total	59		
CV %		7,91	

De acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ con relación al promedio de longitud radicular (tabla 20), el T₃ (Molimax 20-20-20) y T₅ (Yaramila complex 9 g) lograron los mejores promedios con 23.78 cm y 23 cm respectivamente, también podemos observar que todos los tratamientos a los que se aplicó fertilizante obtuvieron valores similares que puede ser en respuesta al aporte óptimo de nutrientes, a excepción del T₇ (Basacote Plus 6M 9 g) que por ser a menor dosis y ser de liberación lenta limitó la entrega de nutrientes y obtuvo 19.65 cm

Los promedios más bajos se obtuvieron con el T₂ (Sustrato enriquecido) con 20.35 cm, seguido del T₇ (Basacote Plus 6M 9 g) con 19.65 cm y el T₁ (Tierra agrícola) con 18.25 cm, este último podemos indicar que es por la falta de nutrientes y a la probable compactación de la Tierra agrícola.

Parte importante del éxito en el desarrollo de los cafetales tiene su origen en la calidad del material que se lleva al campo; es muy importante contar con plantas sanas, vigorosas y muy bien estructuradas tanto en su sistema vegetativo como radicular, garantizando así un anclaje adecuado que le permitirá a los caficultores contar con cafetales en mejores condiciones de sanidad y productividad. (Rodríguez y Uribe, 2019).

Tabla 20. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable longitud radicular en plántones de café a los 150 días después de repique.

150 ddt			
Clave	Tratamiento	cm	Sig
T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	23,78	a
T ₅	Yaramila complex (9 g)	23,00	ab
T ₄	Yaramila hydran (9 g)	22,88	ab
T ₆	Yaramila integrador (9 g)	22,85	ab
T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	22,73	ab
T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	22,73	ab
T ₉	Yaramila complex (18 g)	22,6	ab
T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	22,5	ab
T ₈	Yaramila hydran (18 g)	22,5	ab
T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	22,33	abc
T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	21,53	abc
T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	21,5	abc
T ₂	Sustrato enriquecido	20,35	bcd
T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	19,65	cd
T ₁	Tierra agrícola	18,25	d

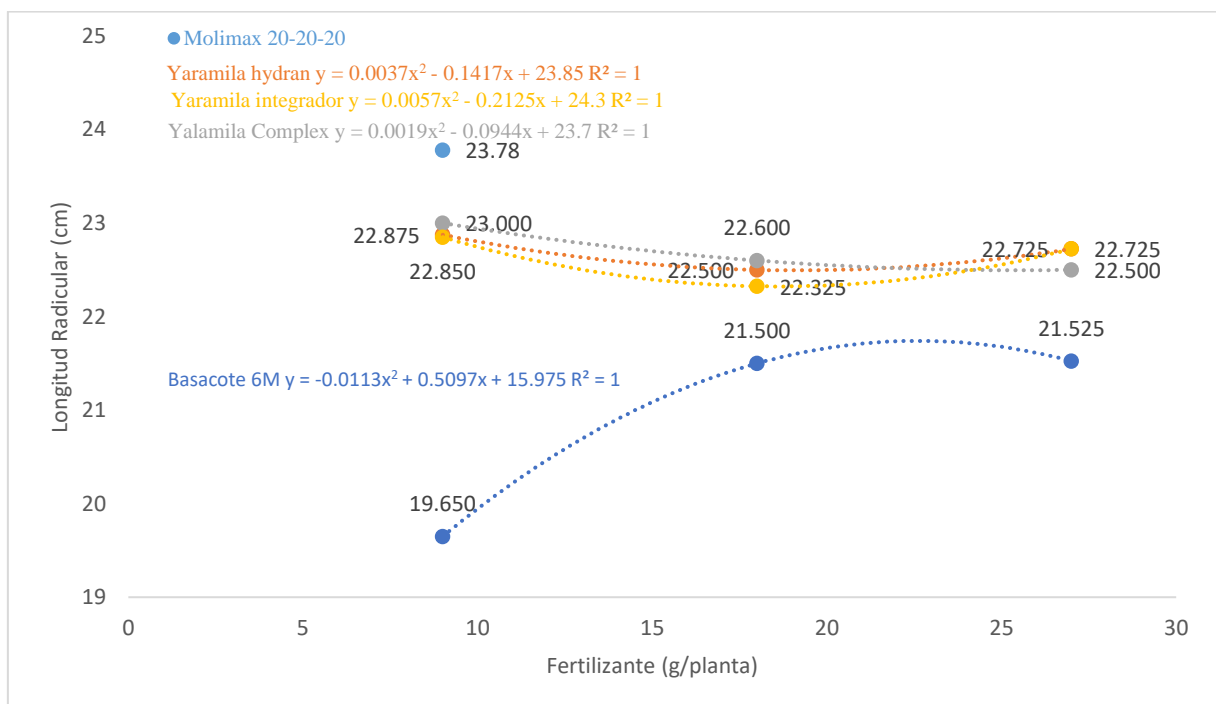


Figura 7. Efecto de los fertilizantes sobre la variable longitud radicular por planta de café.

4.7. Volumen radicular

De acuerdo con la Tabla 21, realizado el análisis de varianza se encontró que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio para la variable volumen radicular en plántones de café a los 150 días después del repique. El valor del coeficiente de varianza es de 17.26 % indicando una homogeneidad relativa entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio.

Tabla 21. Análisis de varianza para la variable volumen radicular de plántones de café a los 150 días después del repique.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	150 ddt	
		CM	Pvalor
Tratamientos	14	52,270	0,0001
Error	45	6,980	
Total	59		
CV %		17,26	

De acuerdo con la prueba de Duncan (Tabla 22) para un nivel de significación de $\alpha = 0.05$ con relación al promedio del volumen radicular de los plántones de café, el T₁₀ (Yaramila integrador 18 g) es el que alcanzó el mayor promedio con 21.5 cm³, seguido del T₁₄ (Yaramila integrador 27 g) con 18.17 cm³, a diferencia de lo obtenido por Berrocal (2016) que con el T₁ (Bocashi 5:1) con un valor de 8.7 cm³, indicándonos que un aporte completo y balanceado de macro y micronutrientes mejoran la respuesta fisiológica de las plantas, tal como el zinc y el boro que tienen estrecha relación con las auxinas y esta a su vez con la formación de raíces (Díaz 2017). De manera diferente los menores valores se obtuvieron con El T₁ (Tierra agrícola) y T₂ (sustrato enriquecido) con 10.95 cm³ y 11.83 cm³ respectivamente.

La raíz es el principal órgano de asimilación de la planta. La función de la raíz está asociada con el anclaje al suelo, la absorción de agua y sustancias minerales y la síntesis de algunos reguladores de crecimiento, además de otros compuestos orgánicos (Flores et al., 2013).

Tabla 22. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable volumen radicular de plántones de café a los 150 días después de repique.

150 ddt			
Clave	Tratamiento	cm	Sig
T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	21,50	a
T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	18,78	ab
T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	18,70	ab
T ₉	Yaramila complex (18 g)	18,50	abc
T ₈	Yaramila hydran (18 g)	17,95	abc
T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	17,85	abc
T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	17,58	abc
T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	15,70	bcd
T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	14,30	cde
T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	11,90	De
T ₆	Yaramila integrador (9 g)	11,90	De
T ₅	Yaramila complex (9 g)	11,85	De
T ₄	Yaramila hydran (9 g)	11,83	De
T ₂	Sustrato enriquecido	10,95	e
T ₁	Tierra agrícola	10,33	e

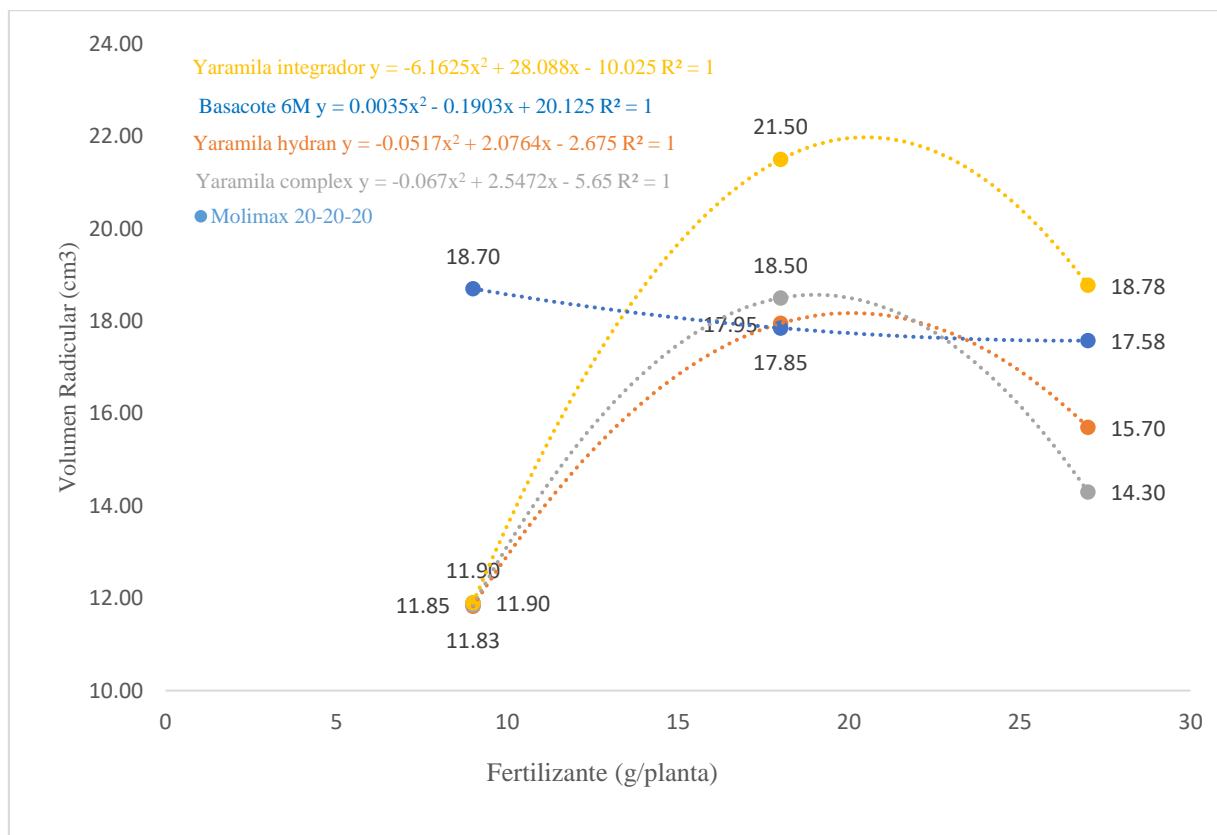


Figura 8. Efecto de los fertilizantes sobre la variable volumen radicular en plántones de café.

4.8. Materia Seca

De acuerdo con la tabla 23, realizado el análisis de varianza se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio para la variable materia seca de la planta a los 150 días después del repique. El valor del coeficiente de variabilidad es de 19.94 % indicando una homogeneidad relativa en la dispersión de los datos para esta variable

Tabla 23. Análisis de varianza para la variable materia seca de los plantones de café a los 150 días después del repique.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	150 ddt	
		CM	p-valor
Tratamientos	14	20,06	0,0001
Error	45	2,70	
Total	59		
CV %		19,94	

De acuerdo a la prueba de Duncan para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (tabla 24) con relación al promedio de materia seca por plantón de café, los tratamientos T₁₄ (Yaramila integrador 27 g), T₁₀ (Yaramila integrador 18 g) y T₉ (Yaramila complex 18 g) alcanzaron los mayores promedios con 12.80 g, 11.80 g y 10.58 g respectivamente, este efecto tienen un mayor efecto en el desarrollo vegetativo de la planta de café que los abonos orgánicos, debido a sus concentraciones de nitrógeno, Magnesio y Potasio los cuales estas relacionados directamente con la producción de materia seca (Yara Perú S/A).

Este trabajo nos muestra que la cantidad de materia seca está relacionada con el tamaño de sus órganos vegetativos y que el mejor tratamiento es el T₁₄ (Yaramila integrador 27 g) quien obtuvo los mejores resultados en diámetro de tallo, número de hojas, altura de planta, área foliar, volumen radicular y número de ejes (ramas plagio trópicas), así mismo esta respuesta está relacionada con la fertilización balanceada de macro y micronutrientes como lo indican Kyrkby y Volker (2007), que los micronutrientes a pesar de estar en bajas concentraciones tienen la misma importancia de los macronutrientes en el crecimiento de los cultivos.

Tabla 24. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable materia seca de los plantones de café a los 150 días después de repique.

150 ddt			
Clave	Tratamiento	Gramos	Sig
T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	12,80	a
T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	11,80	ab
T ₉	Yaramila complex (18 g)	10,58	abc
T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	9,86	bcd
T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	9,62	bcd
T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	8,66	cde
T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	8,08	cdef
T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	7,89	def
T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	6,83	ef
T ₅	Yaramila complex (9 g)	6,56	ef
T ₈	Yaramila hydran (18 g)	6,37	ef
T ₂	Sustrato enriquecido	6,37	ef
T ₆	Yaramila integrador (9 g)	6,18	ef
T ₄	Yaramila hydran (9 g)	6,05	ef
T ₁	Tierra agrícola	5,88	f

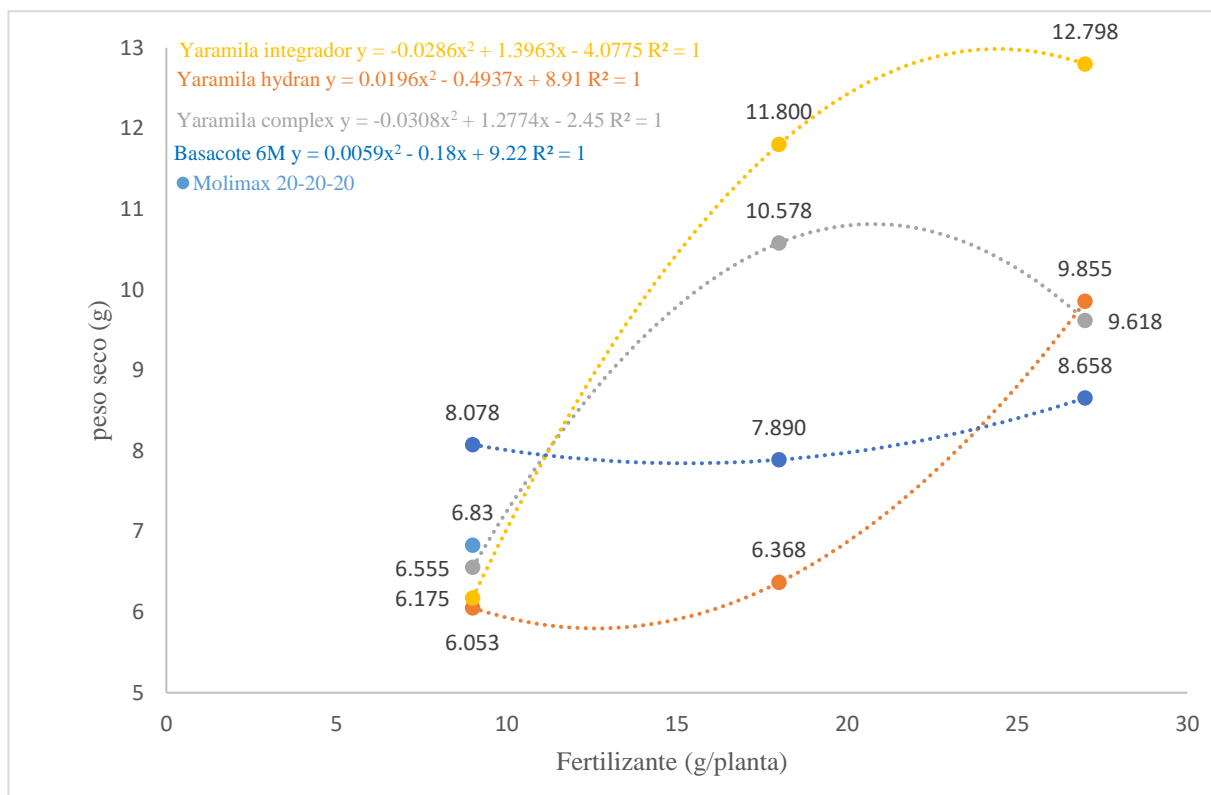


Figura 9. Efecto de los fertilizantes sobre la variable materia seca en plantones de café.

Los tratamientos T₁₄ (Yaramila integrador 27 g) y T₁₀ (Yaramila integrador 18 g) son los que destacaron en cada variable evaluada como altura de planta, número de ejes (ramas plagio trópicas), área foliar y volumen radicular, es por ello que lograron obtener mayor cantidad de materia seca, a diferencia del T₁ (Tierra agrícola), quien fue el que obtuvo comúnmente los valores más bajos en los parámetros evaluados, esto debido a la baja disponibilidad de nutrientes disponibles para un buen crecimiento de los plantones, por lo tanto la cantidad de materia seca es menor.

4.9. Análisis de rentabilidad o relación beneficio/costo.

En la tabla 25 muestra el resumen del análisis económico, correspondientes a los costos de producción de plantones de café para una hectárea para los tratamientos en estudio. Se obtuvo como resultado que el tratamiento 10 alcanza el valor más alto de B/C (1.410), seguido del tratamiento 6 y 14, con un valor del B/C de 1.397 y 1.392 respectivamente, esto debido a que en los tratamientos mencionados observamos un porcentaje mayor de plantones de primera calidad.

Tabla 25. Análisis de beneficio y costo (B/C) de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamiento	Costo de producción	Precio de venta	Utilidad	Relación (B/C)	Índice de rentabilidad
T ₁₀	Yaramila integrador (18 g)	S/ 4,530.00	S/ 6,387.50	S/ 1,857.50	1.41	0.41
T ₆	Yaramila integrador (9 g)	S/ 4,520.00	S/ 6,312.50	S/ 1,792.50	1.40	0.40
T ₁₄	Yaramila integrador (27 g)	S/ 4,535.00	S/ 6,312.50	S/ 1,777.50	1.39	0.39
T ₅	Yaramila complex (9 g)	S/ 4,520.00	S/ 6,200.00	S/ 1,680.00	1.37	0.37
T ₁₃	Yaramila complex (27 g)	S/ 4,540.00	S/ 6,200.00	S/ 1,660.00	1.37	0.37
T ₉	Yaramila complex (18 g)	S/ 4,530.00	S/ 6,162.50	S/ 1,632.50	1.36	0.36
T ₄	Yaramila hydran (9 g)	S/ 4,520.00	S/ 6,125.00	S/ 1,605.00	1.36	0.36
T ₇	Basacote Plus 6M (9 g)	S/ 4,560.00	S/ 6,125.00	S/ 1,565.00	1.34	0.34
T ₁₂	Yaramila hydran (27 g)	S/ 4,535.00	S/ 6,087.50	S/ 1,552.50	1.34	0.34
T ₁₅	Basacote Plus 6M (27 g)	S/ 4,655.00	S/ 6,200.00	S/ 1,545.00	1.33	0.33
T ₁₁	Basacote Plus 6M (18 g)	S/ 4,605.00	S/ 6,125.00	S/ 1,520.00	1.33	0.33
T ₈	Yaramila hydran (18 g)	S/ 4,525.00	S/ 6,012.50	S/ 1,487.50	1.33	0.33
T ₁	Tierra agrícola	S/ 3,855.00	S/ 4,737.50	S/ 882.50	1.23	0.23
T ₂	Sustrato enriquecido	S/ 4,510.00	S/ 5,400.00	S/ 890.00	1.20	0.20
T ₃	Molimax 20-20-20 (9 g)	S/ 4,520.00	S/ 5,000.00	S/ 480.00	1.11	0.11

El T₁ (Tierra agrícola), T₂ (Sustrato enriquecido) y T₃ (Molimax 20-20-20) obtuvieron los valores más bajos de B/C con 1.229, 1.197 y 1.106 respectivamente, podemos indicar que estos resultados se dieron debido a que hubo bajo porcentaje de plantones de primera 45 %, 50 % y 50 % respectivamente, relacionado directamente con el precio de venta. En este análisis

podemos observar que todos los valores de B/C son mayores a 1, es decir las inversiones en cada uno de los tratamientos muestran utilidades, pero debemos tener en cuenta que si queremos trabajar con uno de ellos debemos ver los de mejor rentabilidad y que mejor resultado nos han generado.

V. CONCLUSIONES

1.- El mejor fertilizante para la producción de plántones de café bajo condiciones de vivero es el Yaramila integrador. Destacándose con los mejores resultados en sus tres dosis de fertilización como son el T₆ (Yaramila integrador 9 g), el T₁₀ (Yaramila integrador 18 g) y el T₁₄ (Yaramila integrador 27 g).

2.- La dosis con el mejor resultado para la producción de plántones de café es de 27 gramos por planta, logrado por el T₁₄ (Yaramila integrador 27 g). Este se destacó en la gran mayoría de los parámetros evaluados, como diámetro de planta con 5.54 mm, número de hojas con 21 hojas, altura de planta con 26.93 cm, número de ejes con 1.625 ejes, volumen radicular con 18.78 cm³, área foliar con 692.01 cm² y materia seca con 12.8 gramos, a excepción del parámetro longitud de raíz.

3.- La mayor relación beneficio/costo se obtuvieron con el T₁₀, (Yaramila integrador 18 g), T₆ (Yaramila integrador 9 g) y T₁₄ (Yaramila integrador 27 g), con 1.410, 1.397 y 1.392 respectivamente; a diferencia del T₁ (Tierra agrícola), T₂ (Sustrato enriquecido) y T₃ (Molimax 20-20-20 9 g) con valores de 1.229, 1.197 y 1.106 respectivamente.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1.- La producción de plántones de café de 6 meses de edad (con ramas plagio trópicas) está enfocado para la instalación y renovación de fincas cafetaleras de medianos y pequeños agricultores en el Perú, por lo que se sugiere promover la producción de plántones de café, apoyándose con fertilizantes, como es en este caso el Yaramila integrador, a dosis de 18 y 27 gramos para viveros de seis meses de edad y así lograr plántones con buen desarrollo vegetativo.

2.- Continuar con las investigaciones a nivel de campo definitivo y evaluar el comportamiento, la rentabilidad y retorno de inversión del cultivo, comparando viveros de 3 meses y 6 meses de edad en distintos pisos altitudinales.

VII. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

1. Alvarado, M. y Rojas, G. 2007. Cultivo y beneficiado del café. Primera edición. Editorial universidad estatal a distancia. San José, Costa Rica. 184 p.
2. Berrocal, D. 2016. Efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento de plántones de café (*coffea arábica L.*) bajo condiciones de vivero. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 90 p.
3. Blanco-Navarro, M., Hagggar, J., Moraga, P., Madriz, J., Pavón, G. 2003. Morfología del café (*Coffea arabica L.*), en los lotes comerciales. Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica. 97 – 103 pp
4. Carmen, M. y Diaz, C. 2017. Línea de base del sector café en el Perú. Primera edición. Programa de Naciones Unidas. Lima, Perú. 55 p.
5. CICAFFE. 2011. Guía Técnica para el cultivo de Café. 1ra edición ICAFFE-CICAFFE, Barva – Heredia. Colombia 72 p.
6. COMPO EXPERT, S/A. Fertilizantes de liberación controlada. [En línea]: (<https://www.compo-expert.com/es-AR/productos/basacote-plus-6m-16-8-122te>, documento revisado el 8 de enero del 2021)
7. Diaz, M. D. 2017. Las Hormonas vegetales en las plantas. Serie nutrición vegetal Núm. 88 artículos técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
8. Escalante, N. 2011. Efecto de abonos orgánicos en la obtención de plántones de dos variedades de café (*Coffea arábica L.*). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 118 p.
9. FAO, 2002. Los fertilizantes y su uso. 4ta edición. 77p. [En línea]: (<http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>, documento en PDF, revisado el 30 de diciembre del 2020).
10. Fassbender, H. 1975. Química de suelos 1era edición. Editorial IICA. Turrialba – Costa Rica. 385 p
11. Fernández, J. 2003. Fuentes y niveles de fertilización fosforada en la obtención de plántones de café (*Coffea arábica L.*). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 106 p.
12. Finck, A. 1988. Fertilizantes y fertilización. Primera edición. Editorial Reverte, S.A. Barcelona, España. 540 p.
13. Flórez, C. P., Ibarra Rurales, L. N., Gómez Gil, L. F., Carmona González, C. Y., Castaño Marín, Á., & Ortiz, A. (2013). Estructura y funcionamiento de la planta de café. En

- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura (Vol. 1, pp. 123–168). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_08
14. Florido, L. 2018. Aplicación de abonos orgánicos para la obtención de plantones de café (*Coffea arabica* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 113 p.
 15. Granados, N. 2020. Niveles de fertilización nitrogenada en el primer año de crecimiento del cafeto (*Coffea arabica* L.) variedad catimor T-8667 a pleno sol en Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 106 p.
 16. Gonzales, E. 2022. Guía técnica para la elaboración de viveros de café. ANACAFE. Guatemala. 10 p
 17. Honorio, J. 2019. Efecto del tipo de escarificación de la semilla de café (*Coffea canephora* Pierr) y su relación con el desarrollo de plantones en vivero en Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 101 p.
 18. IICA, 2023. Guía técnica: Semilleros y almacigo de café. Unidad de área Costa Rica. San José, Costa Rica. 28 p.
 19. INTAGRI. 2017. Uso Eficiente del Fósforo en la Agricultura. Serie Nutrición Vegetal Núm. 105. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p. Extraído de (<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-eficiente-del-fosforo-en-la-agricultura>)
 20. Jaramillo, A. 2005. La agro climatología del cafeto Clima andino y el café en Colombia. Colombia. 149 - 157 p
 21. Julca, E. 2000. Efectos de fuente de materia orgánica en la obtención de plantones de café (*Coffea arabica* L.) variedad catimor. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 108 p.
 22. Kyrkby E. y Volker R. 2007. Micronutrientes en la fisiología de las plantas: Funciones, absorción y movilidad. Sociedad Internacional de fertilizantes. 21 p
 23. Llobet, T. 2016. Nota técnica N° 1: Establecimiento viveros de café en bolsa. Lloto del Café. 5 p.
 24. Loli, O. 2012. Guía Técnica: Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de café. Agrobanco. Tocache – Perú. 35 p

25. Méndez, B., Lira, R., López, G. s/f. Medición de Intercambio Gaseoso, Área Foliar e Índice de Clorofila en Plantas Elicitadas con Nanopartículas. Departamento Plásticos en la Agricultura. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). Saltillo, Coahuila, México. 17 p
26. MINAGRI, 2020. Situación actual del café en el país. [En línea]: (<http://minagri.gob.pe/portal/485-feria-scaa/10775-el-cafe-peruano#:~:text=El%20Per%C3%BA%20posee%20425%2C416%20hect%C3%A1reas%2C67%20provincias%20y%20338%20distritos.>), documento, revisado el 7 de enero del 2021).
27. MINAGRI-DGESEP-DEA, 2020. Observatorio de commodities café. Boletín de publicación trimestral abril – junio. 20 p.
28. MOLINOS & CIA, S/A. Mezclas Molimax: Molimax 20 – 20 – 20. [En línea]: (https://www.molinosycia.com/web/secciones/producto_detalle.php?idcat=6&idsubcat=9&idprod=17), documento, revisado el 8 de enero del 2021).
29. Montoya, E., Hernández, J., Unigarro, C., Flórez r., C. 2017. Estimación del área foliar en café variedad castillo® a libre exposición y su relación con la producción. Revista Cenicafé. 68(1):55-61 p
30. Navarro, G. y Navarro, S. 2014. Fertilizantes: química y acción. Primera edición. Ediciones paraninfo. Madrid, España. 241 p.
31. Rivas, U. 2013. Efecto de dosis de abono compuesto en dos variedades de café (*Coffea arabica* L.) En fase de vivero en Tingo María”. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 110 p
32. Rojas, K., J. 2017. Enmiendas orgánicas (Guano de isla, Humus y Compost) en *Coffea arabica* L., variedad Costa Rica 95 en condiciones de vivero – en el fundo de Be Hurt ubicado en la provincia de Satipo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo, Perú. 48 p
- Rodríguez, A., H. 2016. Efecto de los abonos orgánicos en la producción de plantones de café (*Coffea arabica* L.) variedad catimor en condiciones de vivero en Hermilio Valdizan, Tingo María. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco, Perú. 86 p.
33. Rodríguez, E., Uribe, R. (2019). Evaluación del efecto de tres tratamientos de fertilización (más un testigo DAP) en el desarrollo aéreo y radicular de colinos de café variedad Castillo. Revista Matices Tecnológicos 10: 32-37.
34. Ruiz, M. 2024. Función del nitrógeno en las plantas. [En línea] (<https://www.biospace.es/nitrogeno-en-las->

plantas/#funcion_del_nitrogeno_en_las_plantas documento, revisado el 8 de octubre del 2024).

35. Sadeghian, K., S. 2010. Fertilización: una práctica que determina la producción de los cafetales. CENICAFE. Colombia. 8 p.
36. Yara Perú, S/A. Nutrición vegetal – La gama de fertilizantes Yara. [En línea]: (<https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/productos/>, documento, revisado el 7 de enero del 2021).
37. YPF, S/A. Productos y servicios YPF agro – Fertilizantes. [En línea]: (<https://www.ypf.com/productosyservicios/Paginas/UREA.aspx>, documento, revisado el 7 de enero del 2021).

VIII. ANEXO

Tabla 26. Resultados de la variable diámetro de planta de café (mm) de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones.

Primera evaluación		Segunda evaluación		Tercera evaluación		Cuarta evaluación		Quinta evaluación		Sexta evaluación	
Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media
T1	2.01	T1	2.25	T1	2.34	T1	2.53	T1	3.82	T1	4.82
T2	2.03	T2	2.26	T2	2.68	T2	3.22	T2	3.82	T2	4.80
T3	2.03	T3	2.33	T3	2.65	T3	3.43	T3	3.90	T3	4.90
T4	1.99	T4	2.34	T4	2.69	T4	3.15	T4	3.57	T4	4.56
T5	1.97	T5	2.39	T5	2.66	T5	2.79	T5	3.52	T5	4.52
T6	2.08	T6	2.35	T6	2.64	T6	3.21	T6	3.66	T6	4.66
T7	2.10	T7	2.42	T7	2.60	T7	2.80	T7	3.85	T7	4.85
T8	2.12	T8	2.43	T8	2.66	T8	2.88	T8	3.95	T8	4.96
T9	2.02	T9	2.31	T9	2.61	T9	2.96	T9	4.02	T9	5.02
T10	2.05	T10	2.38	T10	2.63	T10	2.70	T10	4.47	T10	5.47
T11	2.11	T11	2.30	T11	2.59	T11	2.70	T11	4.18	T11	5.18
T12	2.09	T12	2.34	T12	2.63	T12	2.92	T12	3.80	T12	4.82
T13	2.06	T13	2.28	T13	2.67	T13	3.12	T13	4.04	T13	5.04
T14	2.13	T14	2.35	T14	2.70	T14	3.24	T14	4.53	T14	5.54
T15	2.04	T15	2.30	T15	2.52	T15	2.49	T15	4.14	T15	5.14

Tabla 27. Resultados de la variable número de hojas por planta de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones.

Primera evaluación		Segunda evaluación		Tercera evaluación		Cuarta evaluación		Quinta evaluación		Sexta evaluación	
Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media
T1	0.00	T1	2.13	T1	4.38	T1	8.56	T1	9.06	T1	12.06
T2	0.00	T2	3.50	T2	5.50	T2	10.13	T2	11.19	T2	14.19
T3	0.00	T3	3.88	T3	5.88	T3	10.38	T3	14.56	T3	17.56
T4	0.00	T4	3.88	T4	5.88	T4	10.25	T4	14.63	T4	17.63
T5	0.00	T5	4.00	T5	6.00	T5	10.31	T5	14.19	T5	17.19
T6	0.00	T6	3.75	T6	5.75	T6	10.06	T6	13.13	T6	16.13
T7	0.00	T7	2.88	T7	4.88	T7	9.25	T7	11.31	T7	14.31
T8	0.00	T8	3.75	T8	5.75	T8	10.13	T8	14.38	T8	17.38
T9	0.00	T9	3.50	T9	5.50	T9	10.00	T9	14.56	T9	17.56
T10	0.00	T10	3.75	T10	5.75	T10	10.19	T10	15.63	T10	18.63
T11	0.00	T11	2.00	T11	4.00	T11	8.50	T11	11.50	T11	14.50
T12	0.00	T12	4.00	T12	6.00	T12	10.19	T12	15.81	T12	18.81
T13	0.00	T13	4.00	T13	6.00	T13	9.88	T13	15.38	T13	18.38
T14	0.00	T14	4.00	T14	6.00	T14	10.56	T14	16.75	T14	21.00
T15	0.00	T15	2.00	T15	4.00	T15	9.00	T15	12.88	T15	15.88

Tabla 28. Resultados de la variable altura de planta de café (cm) de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones

Primera evaluación		Segunda evaluación		Tercera evaluación		Cuarta evaluación		Quinta evaluación		Sexta evaluación	
Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media	Clave	Media
T1	4.21	T1	5.42	T1	6.85	T1	7.67	T1	15.11	T1	19.11
T2	4.39	T2	5.69	T2	7.01	T2	10.51	T2	17.80	T2	21.80
T3	4.35	T3	5.79	T3	7.13	T3	10.69	T3	19.19	T3	23.19
T4	4.20	T4	5.59	T4	7.09	T4	10.20	T4	19.33	T4	23.33
T5	4.28	T5	5.27	T5	7.06	T5	10.04	T5	18.23	T5	22.23
T6	4.35	T6	5.26	T6	7.04	T6	9.53	T6	18.56	T6	22.56
T7	4.34	T7	5.74	T7	6.63	T7	9.25	T7	17.87	T7	21.87
T8	4.38	T8	5.68	T8	7.16	T8	9.91	T8	18.85	T8	22.85
T9	4.37	T9	5.44	T9	6.96	T9	9.09	T9	20.95	T9	24.95
T10	4.36	T10	5.81	T10	7.26	T10	9.96	T10	22.08	T10	26.08
T11	4.22	T11	5.22	T11	6.45	T11	8.50	T11	18.13	T11	22.13
T12	4.33	T12	5.94	T12	7.07	T12	10.14	T12	19.45	T12	23.45
T13	4.40	T13	5.81	T13	7.01	T13	9.88	T13	20.63	T13	24.63
T14	4.54	T14	5.59	T14	7.19	T14	10.14	T14	22.93	T14	26.93
T15	4.35	T15	4.89	T15	6.28	T15	9.00	T15	20.60	T15	24.60

Tabla 29. Resultados de la variable número de ejes por planta de café (Ramas plagiotriopicas) de los tratamientos en estudio en seis evaluaciones.

Primera evaluación		Segunda evaluación	
Clave	Media	Clave	Media
T1	0.00	T1	0.06
T2	0.35	T2	1.25
T3	0.36	T3	1.31
T4	0.63	T4	1.56
T5	0.44	T5	1.44
T6	0.38	T6	1.38
T7	0.13	T7	1.13
T8	0.44	T8	1.38
T9	0.31	T9	1.13
T10	0.63	T10	1.63
T11	0.19	T11	0.94
T12	0.50	T12	1.50
T13	0.50	T13	1.50
T14	0.63	T14	1.63
T15	0.13	T15	1.00

Tabla 30. Resultados de la variable área foliar del plantón de café a los 150 días después del repique.

Clave	Área foliar (cm ²)				
	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1	245	299.9	224.72	290.41	265.0075
T2	480.53	537.84	474.82	422.67	478.965
T3	664.18	600.29	514.1	503.24	570.4525
T4	585.46	731.2	489.62	596.33	600.6525
T5	732.05	482.38	468.02	573.69	564.035
T6	508.88	605.7	456.14	652.41	555.7825
T7	453.76	407.99	416.61	436.67	428.7575
T8	616.42	502.38	451.41	464.78	508.7475
T9	804.22	589.62	682.21	595.4	667.8625
T10	687.87	685.8	703.07	851.95	732.1725
T11	377.49	360.44	386.53	604.01	432.1175
T12	675.45	470.34	766.518	643.17	638.8695
T13	495.53	456.14	725.32	892.91	642.475
T14	822.62	613.8	801.24	530.37	692.0075
T15	546.82	633.99	504.3	398.3	520.8525

Tabla 31. Resultados de la variable longitud radicular del plantón de café a los 150 días después del repique.

Clave	Longitud radicular (cm)				
	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1	17.10	18.00	19.30	18.60	18.25
T2	19.10	19.60	20.80	21.90	20.35
T3	20.80	25.30	25.00	24.00	23.78
T4	23.90	21.40	21.70	24.50	22.88
T5	23.80	25.10	21.60	21.50	23.00
T6	24.60	22.40	22.30	22.10	22.85
T7	19.60	18.70	20.50	19.80	19.65
T8	22.20	21.80	23.40	22.60	22.50
T9	20.10	22.30	20.50	27.50	22.60
T10	25.10	21.40	20.50	22.30	22.33
T11	18.90	20.10	24.70	22.30	21.50
T12	24.00	22.40	22.50	22.00	22.73
T13	20.00	22.00	24.00	24.00	22.50
T14	25.00	23.00	21.00	21.90	22.73
T15	20.60	21.00	21.50	23.00	21.53

Tabla 32. Resultados de la variable volumen radicular del plantón de café a los 120 días después del repique

Clave	Volumen radicular (cm ³)				
	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1	9.10	10.10	11.90	10.20	10.33
T2	11.80	12.10	10.10	9.80	10.95
T3	10.40	10.30	12.70	14.20	11.90
T4	9.90	14.10	9.70	13.60	11.83
T5	12.90	12.10	10.30	12.10	11.85
T6	10.00	11.10	12.20	14.30	11.90
T7	19.50	18.30	19.30	17.70	18.70
T8	19.40	17.90	16.40	18.10	17.95
T9	26.00	16.00	18.00	14.00	18.50
T10	26.00	22.00	16.00	22.00	21.50
T11	16.90	16.50	18.00	20.00	17.85
T12	10.50	14.20	16.00	22.10	15.70
T13	16.00	16.10	14.20	10.90	14.30
T14	14.90	18.10	22.10	20.00	18.78
T15	18.10	18.00	16.90	17.30	17.58

Tabla 33. Resultados de la variable materia seca del plantón de café a los 150 días después de repique.

Clave	Materia seca (g)				
	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1	5.10	6.30	5.06	7.06	5.88
T2	6.02	7.21	7.11	5.12	6.37
T3	5.18	8.13	6.06	7.94	6.83
T4	5.16	6.90	6.21	5.94	6.05
T5	9.06	5.10	5.15	6.91	6.56
T6	6.21	6.19	5.18	7.12	6.18
T7	9.04	8.17	7.96	7.14	8.08
T8	6.20	7.30	5.89	6.08	6.37
T9	13.12	11.10	9.88	8.21	10.58
T10	14.02	12.05	10.15	10.98	11.80
T11	6.04	5.96	9.26	10.30	7.89
T12	8.04	9.17	10.10	12.11	9.86
T13	9.07	10.13	10.18	9.09	9.62
T14	11.12	12.17	17.88	10.02	12.80
T15	8.14	11.21	8.19	7.09	8.66



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

lab@unagselva.edu.pe



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: TEDDY FLORENCIO QUITO ROJAS											PROCEDENCIA: MOYOBAMBA												
N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	CE	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al	
			Arena	Arcilla	Limo								Textura	1:1	dS/cm	%	%	disponible					Ca
	%	%	%	ppm	ppm																		
1	S1930-1	SUBSUELO	19	70	11	Arcilloso	4.64	0.207	2.00	0.10	2.56	81.76	—	2.172	0.356	0.223	0.089	0.050	0.260	3.130	90.09	9.91	1.60
2	S1930-2	TIERRA NEGRA	45	34	21	Franco Arcilloso	5.90	1.026	3.94	0.20	11.64	101.96	7.514	6.147	0.952	0.294	0.122	0.000	0.000	—	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0666897

TINGO MARIA, 30 DE DICIEMBRE 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



[Signature]
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 10. Análisis fisicoquímico de suelos (subsuelo y Tierra negra)



Figura 11. Germinador de semilla de café



Figura 12. Preparación de sustrato y llenado de Bolsas.



Figura 13. Visita del miembro del Jurado calificador al campo experimental.



Figura 14. Evaluación de Altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, número de ejes y volumen radicular



Figura 15. Secado de muestras en estufa para materia seca

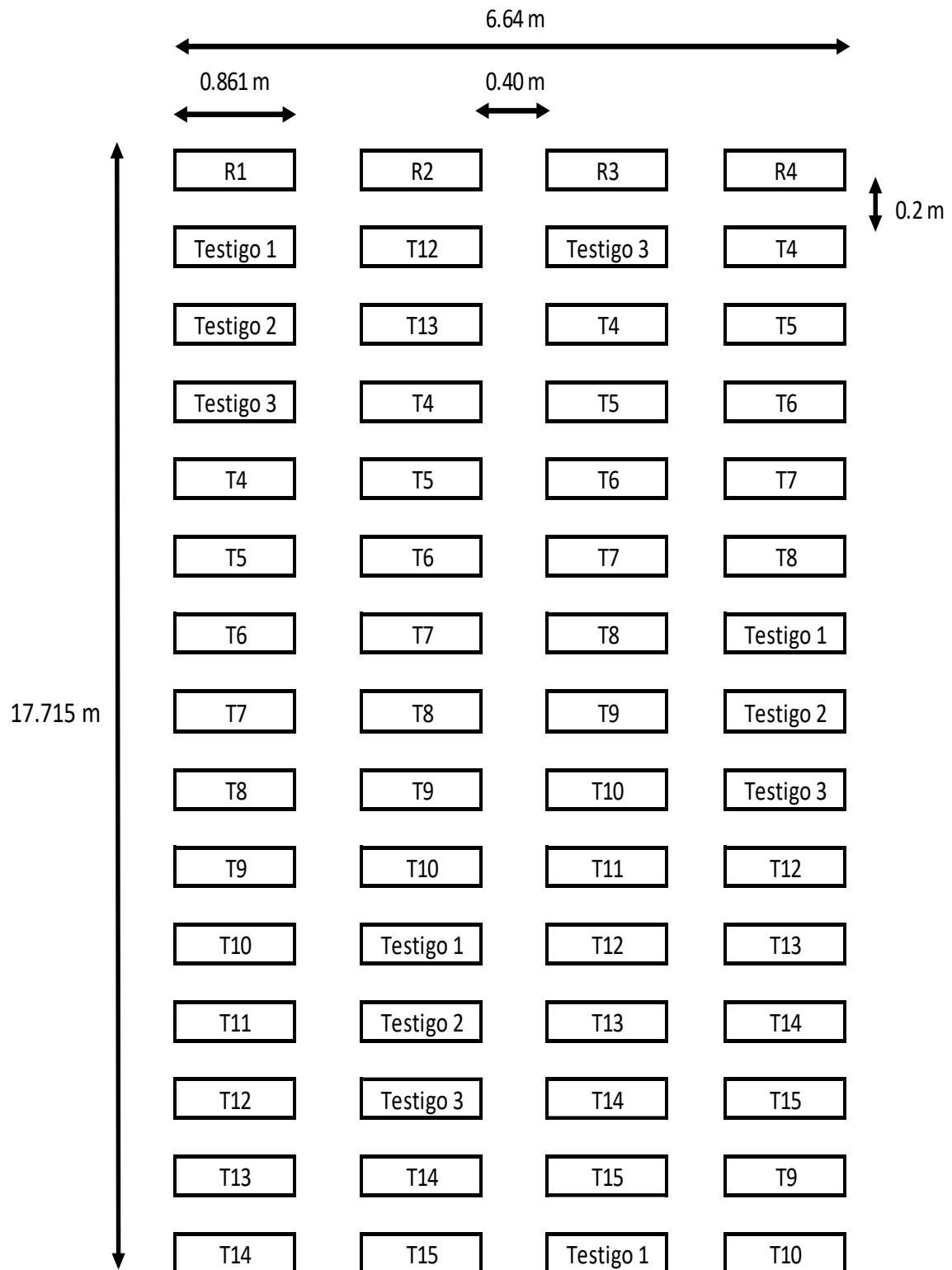


Figura 16. Croquis de distribución de los tratamientos y repeticiones