

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PLANTINES DE CAFÉ
(*Coffea arabica* L.) CON DOS VARIEDADES EN VIVERO CON
APLICACIÓN DE COMPOST DE COCA, EN LA LOCALIDAD SAN
PABLO, MUNICIPIO DE CARANAVI**

Por:

Brigida Quispe Churata

EL ALTO – BOLIVIA

Mayo , 2025

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PLANTINES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)
CON DOS VARIETADES EN VIVERO CON APLICACIÓN DE COMPOST DE COCA, EN
LA LOCALIDAD SAN PABLO, MUNICIPIO DE CARANAVI**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniera Agrónoma*

Brigida Quispe Churata

Asesores:

Lic. Ing. Reinaldo Mendoza Segovia

Lic. Ing. Windson July Martinez

Tribunal Revisor:

M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani

M. Sc. Lic. Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi

M. Sc. Lic. Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

A mi madre Antonia Churata aunque ya no este físicamente, su espíritu sigue viviendo en mí quiero agradecerle por su ejemplo de perseverancia y por enseñarme el valor de la educación. Gracias a su inspiración he logrado completar mi tesis y estoy orgullosa de honrar su memoria con este logro.

A mi hermana Victoria Delcy Quispe Churata por brindarme su apoyo moral e incondicional en todo momento para la conclusión del presente trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más profundo agradecimiento:

A Dios, por regalarme salud y vida para alcanzar mi tan anhelado objetivo.

A la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto por la enseñanza impartida y ser pilar fundamental en mi formación profesional.

A mis asesores: Lic. Ing. Reinaldo Mendoza Segovia y Lic. Ing. Windson July Martínez por el tiempo dedicado en el presente trabajo de investigación.

A mis Tribunales: M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani, M. Sc. Lic. Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi y M. Sc. Lic. Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas, por su tiempo, observaciones y sugerencias realizadas para la culminación de este trabajo.

A mi amiga Sulma Romero Sillo con quien compartí momentos inolvidables y agradecerle por todo el apoyo que me brindo.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
ABREVIATURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis.....	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Historia del café a nivel Mundial.....	5
2.2. Producción de café a nivel Mundial.....	5
2.2.1. Importancia del Café en el Mundo.....	6
2.3. Producción de Café en Bolivia	6
2.4. Generalidades del cultivo de café	7
2.4.1. Taxonomía del café.....	7
2.4.2. Descripción Morfológica del café.....	8

2.5.	Características edafoclimáticas del cultivo de café	9
2.6.	Variedades de Café en estudio	11
2.6.1.	Variedad Catuai	11
2.6.2.	Variedad Coipsa.....	11
2.7.	Manejo del cultivo de café en condiciones de vivero.....	11
2.7.1.	Construcción del Germinador.....	11
2.7.2.	Selección de la Semilla	12
2.7.3.	Siembra de la semilla	12
2.7.4.	Desinfección del sustrato en el almacigo.....	13
2.7.5.	Trasplante de las plántulas de cafetos a bolsa.....	13
2.7.6.	Riego	13
2.7.7.	Control de malezas	14
2.7.8.	Control de plagas y enfermedades en vivero	14
2.8.	Sustratos	14
2.8.1.	Características del sustrato para el cultivo de café.....	14
2.8.1.1.	Propiedades físicas del sustrato.....	15
2.8.1.2.	Propiedades químicas del sustrato.....	15
2.8.1.3.	Otras propiedades.....	15
2.9.	El compost.....	15
2.9.1.	Características del compost	16
2.9.2.	Propiedades del compost.....	16
2.9.2.1.	Propiedades físicas	16
2.9.2.2.	Propiedades químicas	17
2.9.3.	Efectos del compost sobre las propiedades del suelo.	17
2.10.	Propiedades de la hoja de coca.....	17
2.10.1.	Valor nutricional de la hoja de coca.....	18

2.10.2.	Análisis físico químico del compost de coca.....	18
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1.	Ubicación Geográfica.....	20
3.2.	Características Ecológicas.....	20
3.2.1.	Clima.....	20
3.2.2.	Suelo.....	21
3.2.3.	Flora.....	21
3.2.4.	Fauna.....	21
3.3.	Materiales	22
3.3.1.	Material genético.....	22
3.3.2.	Material de campo.....	22
3.3.3.	Material de gabinete.....	22
3.4.	Metodología	23
3.4.1.	Enfoque de la investigación.....	23
3.4.1.1.	Tipo de investigación.....	23
3.4.2.	Población y muestra.....	23
3.4.3.	Procedimiento experimental del ensayo	23
3.4.3.1.	Recolección de la semilla	23
3.4.3.2.	Adecuación del vivero	24
3.4.3.3.	Almacigado de la semilla.....	25
3.4.3.4.	Colecta de sustrato	26
3.4.3.5.	Pesado del compost de coca	26
3.4.3.6.	Embolsado de sustrato y enfilado.....	26
3.4.4.	Diseño Experimental	27
3.4.5.	Factor de estudio o tratamiento.....	28
3.4.6.	Formulación de los tratamientos	28

3.4.7.	Variables de Respuesta	28
3.4.7.1.	Porcentaje de sobrevivencia	28
3.4.7.2.	Altura de planta	28
3.4.7.3.	Número de hojas	29
3.4.7.4.	Diámetro del tallo	29
3.4.7.5.	Longitud de la raíz principal.....	30
3.4.8.	Análisis estadístico.....	31
3.4.8.1.	Análisis de varianza (ANVA)	31
3.4.9.	Análisis económico	31
3.4.9.1.	Beneficio costo (B/C).....	31
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1.	Factores climáticos	33
4.1.1.	Temperatura y precipitación durante la investigación.....	33
4.2.	Variables de respuesta	34
4.2.1.	Altura planta del café.....	34
4.2.2.	Número de hojas por planta	36
4.3.	Diámetro tallo de la planta del café	38
4.4.	Longitud de la raíz de la planta de café.....	40
4.4.1.	Porcentaje de sobrevivencia de los plantines de café	42
4.5.	Beneficio costo	43
5.	CONCLUSIONES.....	44
6.	RECOMENDACIONES.....	45
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46
8.	ANEXOS	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Análisis físico – químico de compost de hoja de coca.....	18
Cuadro 2.	Análisis de varianza altura planta de los plantines de café.....	34
Cuadro 3.	Análisis de varianza número de hojas por planta	36
Cuadro 4.	Análisis de varianza diámetro tallo de los plantines de café	38
Cuadro 5.	Anva para la longitud en los plantines de café	40
Cuadro 6.	Análisis Anva porcentaje de sobrevivencia en los plantines	42
Cuadro 7.	Relación beneficio costo por tratamiento.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación de la zona de estudio	20
Figura 2.	Cosecha de semilla de las dos variedades.....	24
Figura 3.	Adecuación y enmallado del área de estudio	25
Figura 4.	Implementación del almacigo y germinación de las semillas	25
Figura 5.	Preparación y embolsado del sustrato	26
Figura 6.	Embolsado, enfilado y repicado de los plantines de café	27
Figura 7.	Desarrollo de la altura en plantines de café.....	29
Figura 8.	Medida del diámetro tallo de la planta de café	30
Figura 9.	Toma de datos de la longitud de la raíz de la planta	30
Figura 10.	Datos climáticos de temperatura y precipitación SENAMHI, gestión 2024)33	
Figura 11.	Prueba Duncan altura de los plantines de café a los 120 días	35
Figura 12.	Prueba de medias Duncan número de hojas por planta	37
Figura 13.	Duncan diámetro tallo de la planta de café.....	39
Figura 14.	Prueba de medias Duncan longitud de la raíz.	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Ordenado de las macetas de café de acuerdo al diseño experimental.....	53
Anexo 2.	Desarrollo final de los plantines al terminar la investigación	53
Anexo 3.	Toma de datos de la altura de la planta del café	54
Anexo 4.	Desarrollo de la longitud de la raíz en los plantines.....	54
Anexo 5.	Registro de datos en campo según las variables planteadas	55
Anexo 6.	Datos estadísticos de Anva y Duncan realizado en el infostad.....	57
Anexo 7.	Costos de producción por tratamientos	60

ABREVIATURAS

CIC	Capacidad de intercambio catiónico
Cm	Centímetro
Mm	Milímetros
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
MO	Materia orgánica
Mg	Miligramos
Kg	Kilogramos
Km	Kilómetro
CE	Conductividad eléctrica
B/N	Beneficio costo
IBCE	Instituto Boliviano de Comercio Exterior
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ANACAFE	Asociación Nacional del Café Guatemala

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en el Cantón San Pablo Provincia de Caranavi del departamento de La Paz, realizado en el mes de junio a octubre de la gestión 2024; La presente investigación realizada fue de tipo experimental porque permitió manipular las variables y medir su efecto y comparación sobre las dos variedades y determinó cuál de los sustratos incide positivamente en el desarrollo de plántulas de café en vivero. Planteando un diseño Completamente al aza con cuatro tratamientos y cada uno de estos con 4 repeticiones donde el objetivo fue evaluar la aplicación de compost de coca en la producción de plantines en dos variedades de café (*Coffea arabica*) variedad Coipsa y variedad Catuai rojo en condiciones de vivero. Los sustratos utilizados en los tratamientos fueron: Variedad Catuai rojo + 20 g de compost de coca, Variedad Coipsa + 20 g de compost de coca, Variedad Catuai rojo sin aplicación y Variedad Coipsa sin aplicación. Las evaluaciones o toma de datos se realizaron cada 15 días desde que los plantines fueron repicadas, tomando en cuenta las variables: porcentaje de mortalidad, altura planta, diámetro del tallo, número hojas y longitud de la raíz; así mismo, al finalizar la etapa de vivero se evaluó el beneficio costo por cada tratamiento. Los mejores resultados obtenidos en cuanto a la altura de las plantas la variedad Catuai rojo + compost de coca muestra 29.2 cm de altura siendo el mejor en comparación a los demás, variedad Coipsa + compost de coca con 25.2 cm, sin embargo los testigos con 17.9 cm para la variedad Coipsa y 17.3 cm en la variedad Catuai rojo; Número de hojas por planta fueron: el tratamiento variedad Coipsa + compost de coca y la variedad Catui rojo + compost de coca registraron el mayor promedio con 8.3 y 7.8 hojas; diámetro del tallo: el tratamiento variedad Coipsa + con compost de coca en el sustrato tuvo 3.4 mm, seguido de la variedad Catui Rojo + compost de coca con 2.9 mm; longitud de la raíz tenemos: el tratamiento Variedad Coipsa + compost de coca con 17.5 cm de longitud en la raíz los plantines, siendo superior frente a los demás tratamientos. El beneficio costo de la producción de plantines por tratamiento muestra un resultado favorable para variedad Coipsa sin la aplicación de compost de coca, obtuvo un mayor retorno económico en cuanto a ingresos de 1.93 lo que hace referencia que por cada boliviano invertido se gana 0.93 centavos, seguido del tratamiento Variedad Coipsa mas compost de coca de 1.88 Bs.

ABSTRACT

This research work was carried out in the San Pablo Canton, Caranavi Province, La Paz department, from June to October 2024; This research was experimental because it allowed the variables to be manipulated and their effect to be measured and compared on the two varieties and determined which of the substrates positively affects the development of coffee seedlings in the nursery. Proposing a completely random design with four treatments and each of these with 4 repetitions where the objective was to evaluate the application of coca compost in the production of seedlings in two varieties of coffee (*Coffea arabica*) Coipsa variety and Catuai red variety under nursery conditions. The substrates used in the treatments were: Red Catuai variety + 20 g of coca compost, Coipsa variety + 20 g of coca compost, Red Catuai variety without application, and Coipsa variety without application. Evaluations or data collection were carried out every 15 days from the time the seedlings were transplanted, taking into account the following variables: mortality percentage, plant height, stem diameter, number of leaves, and root length. Likewise, at the end of the nursery stage, the cost benefit for each treatment was evaluated. The best results obtained in terms of plant height, the Catuai red variety + coca compost shows 29.2 cm in height, being the best compared to the others, Coipsa variety + coca compost with 25.2 cm, however, the witnesses with 17.9 cm for the Coipsa variety and 17.3 cm in the Catuai red variety; Number of leaves per plant were: the Coipsa variety + coca compost treatment and the Catui red variety + coca compost registered the highest average with 8.3 and 7.8 leaves; stem diameter: the Coipsa variety treatment + with coca compost in the substrate had 3.4 mm, followed by the Catui Red variety + coca compost with 2.9 mm; root length we have: the Coipsa variety treatment + coca compost with 17.5 cm in length in the root of the seedlings, being superior to the other treatments. The cost benefit of seedling production per treatment shows a favorable result for the Coipsa variety without the application of coca compost, which obtained a higher economic return in terms of income of 1.93, which means that for each Bolivian invested, 0.93 cents are earned, followed by the Coipsa variety treatment plus coca compost of 1.88 Bs.

1. INTRODUCCIÓN

El norte de La Paz es el mayor productor de café a nivel nacional, siendo un cultivo de producción de mayor importancia en la generación de ingresos económicos de las familias agricultoras, por las ventas tanto a nivel nacional como por las exportaciones a otros países del exterior, ya que la zona cuenta con áreas geográficas aptas para una óptima producción de este cultivo en sus diferentes variedades.

El Norte de La Paz, es el principal productor de café orgánico a nivel nacional, acumulando aproximadamente 20.000 hectáreas manejadas por 15.000 productores (PDTI, 2021-2025). A pesar de esta importancia socioeconómica no existen trabajos locales con rigor científico en donde se hayan evaluado localmente los diferentes tipos de abonos orgánicos como es el compost de coca y su proporción adecuada para producir las mejores plántulas en etapa de vivero.

Las necesidades del sector cafetalero de incrementar la eficiencia productiva acompañado con la reducción de costos de producción para incrementar la competitividad hacen que sea necesario la búsqueda de nuevas alternativas de producción y nuevos suministros para el desarrollo de una agricultura sostenible, debido al alto costo económico y ambiental de la agricultura convencional ha hecho que muchos agricultores replensen su forma de producción y opten por el uso de abonos orgánicos como alternativa viable y sostenible para la fertilización de sus cultivo.

Frente a esta situación Soliva (2021), menciona que una de las alternativas de tratamientos de residuos orgánicos es el compostaje, que consiste en un proceso biooxidativo en la que intervienen poblaciones microbianas (bacterias, hongos y actinomicetos) en función a los factores que afectan el proceso (humedad, temperatura, pH) y producto de ello se obtiene el compost, considerado un abono orgánico que contiene nutrientes que son asimilables para las plantas, garantizando rendimientos altos en los cultivos, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

1.1. Antecedentes

Ambuila *et al.* (2022), en su trabajo titulado: “Aplicación de diferentes niveles de compost de Coca en el cultivo de arveja en Cauca Colombia, obtuvieron como resultados para la variable peso de 100 granos de arveja, donde el tratamiento con abono de coca de 500 g/planta obtuvo el mejor promedio en peso por vaina, mostrando una diferencia en comparación T0 (testigo) con 8.34 g, sugiriendo que el compost de coca descompuesto con otros desechos orgánicos mejora la fertilidad y características físicas del suelo dado mejor disponibilidad de nutrientes a las plantas.

La investigación realizada por Bobillea *et al* (2019), titulada: “Contenido nutricional del compost a partir de residuos agropecuarios en la producción de plantines de café en fase de vivero” las plantas de café, aplicados con compost de coca mostraron mejores resultados en altura, diámetro y número de hojas por planta, donde el mismo autor atribuye a que el uso de abonos orgánicos mejora las propiedades del suelo y la productividad de los cultivos, además, hacen un aporte significativo de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) y brindan nutrientes secundarios y micronutrientes que ayudan a mejorar la nutrición de la planta.

Según Majeed *et al.* (2019), en su trabajo “titulada: Efecto del abono descompuesto a base de hoja de coca en dos variedades de café en Colombia, los tratamientos utilizados con base en hoja de coca y el fertilizante orgánico comercial fueron superiores a los alcanzados con la fertilización convencional, estos resultados sean posiblemente porque la hoja de coca posee minerales que son importantes para la nutrición de las plantas, tales como proteína cruda (20,2 %), fósforo (1.400 mg), calcio (1.600 mg), potasio (1,10 mg) y hierro (55,8 mg).

1.2. Planteamiento del problema

La fertilización de los plantines de café en vivero en el Cantón San Pablo y en otras regiones del Municipio de Caranavi, mayormente se realiza utilizando fertilizantes químicos, lo cual demanda gastos mayores para el productor, contaminan el medio ambiente, y ponen en riesgo la salud de los caficultores. Además, existen pocos estudios de nutrición foliar con abonos orgánicos como es el compost de coca aplicados en diferentes niveles en el sustrato de las plantas.

Uno de los problemas que presenta el cultivo café en la zona es el manejo tradicional en la producción y principalmente en el departamento de La Paz Provincia Caranavi, donde está

basado principalmente en el uso de fertilizantes de síntesis química, con aplicaciones sin desmedro y asistencia técnica tanto en vivero como en fase de producción, lo que ha llevado a tener efectos ambientales negativos y altos costos de producción. Teniendo en cuenta que la fertilización química constituye cerca del 30% del costo total y un impacto negativo sobre el suelo, aire y biodiversidad de la zona.

Muchos de los productores se dedican a la producción de plantines para la venta en algunos casos aplican fertilizantes químicos en base a nitrógeno que ayuda al desarrollo foliar en menos tiempo, y que los problemas repercuten en campo definitivo debido a que se tiene un alto índice de mortalidad por falta de resistencia a factores adversos el mismo que perjudica al productor.

¿Cuál será el efecto de la aplicación de compost de coca (*Erythroxylum coca*) en el comportamiento agronómico de dos variedades de plantines de café (*Coffea arabica* L.) Coipsa Catuai en vivero en la localidad San Pablo, Municipio Caranavi?

1.3. Justificación

Por lo que se hizo necesario realizar el presente estudio, a fin de tener un mejor conocimiento sobre el manejo agronómico de producción orgánica de plantines de café, fundamentalmente en la fertilización en vivero con fuentes orgánicas como es el compost de coca y ser una alternativa ecológica frente a los fertilizantes sintéticos contaminantes de los suelos.

Debido a que la obtención de plantas vigorosas en vivero garantiza el desarrollo exitoso de cultivos en el campo definitivo, para ello la fertilización de plantas en vivero es uno de los pilares fundamentales en el establecimiento de cultivos que pueden permanecer por más de 15 años en campo. En ese sentido, con el objetivo de aportar a crear sistemas de manejo que sean más amigables con el medio ambiente, donde se provean ambientes balanceados, rendimientos sustentables, una fertilidad del suelo biológicamente obtenida donde se aprovechen los recursos propios como los residuos animales y vegetales de las unidades productivas esta investigación propone evaluar el efecto de la fertilización en la producción de plantines de café variedad Catuai y Coipsa con abono orgánico de compost de coca que aportan minerales al suelo obteniendo plantines de mejor calidad y vigorosidad que sean resistentes a factores adversos en campo definitivo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la fertilización orgánica de dos variedades café de (*Coffea arabica* L.) Catuai y Coipsa aplicados con compost de coca en fase de vivero en la comunidad de San Pablo Municipio de Caranavi.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto del compost de coca como fertilizante orgánico en la producción de plantines de Café en dos variedades Catuai y Coipsa en etapa de vivero.
- Comparar el crecimiento y desarrollo de los plantines de café en las dos variedades aplicados con compost de coca en el sustrato.
- Analizar la relación Beneficio/Costo en la producción de plantines de café, de las dos variedades, con la aplicación de compost de coca en el sustrato.

1.5. Hipótesis

- **Ho.** La aplicación de compost de coca (*Erythroxylum coca*) en la producción de plantines de café (*Coffea arabica* L.) de dos variedades Coipsa y Catuai en etapa de vivero, no causa ningún efecto en el comportamiento agronómico en la localidad San Pablo, Municipio Caranavi.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Historia del café a nivel Mundial

La especie de café más cultivada en el mundo es *Coffea arabica* L., que originalmente crece en las mesetas de Etiopía. Otras especies importantes son *Coffea canephora*, que se halla en estado silvestre en la selva de Guinea, *Coffea excelsa*, originaria de Costa de Marfil y Guinea, y *Coffea liberica*, procedente de Liberia. Todas estas especies proceden de África (Cuba, 2007).

El café fue introducido al Nuevo Mundo por los holandeses en 1723, a Brasil en 1727 y a fines del siglo XVIII se encontraba distribuida en toda América Central y México. De esta manera la variedad típica de *Coffea arabica* fue la única planta de café cultivada en América y las Antillas hasta la década de los 60 del siglo pasado (Canet, 2016).

El café es uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica a nivel mundial, y ocupa el segundo lugar después del petróleo en materia de cifras de comercio internacional, generando ingresos anuales mayores a USD \$15 mil millones para los países exportadores y brinda fuente de trabajo a más de 20 millones de personas en el mundo; el café ocupa un lugar primordial en el mercado mundial de bebidas y constituye un elemento esencial en la vida diaria de las diferentes poblaciones en la mayor parte del planeta, donde se disfruta como complemento de las actividades del quehacer diario (Anacafe, 2020).

2.2. Producción de café a nivel Mundial

La producción de café de la especie (*Coffea arabica* L.) a nivel global, la previsión para la cosecha 2024 - 2025 se estima en un volumen físico equivalente a 99.9 millones de sacos de 60 kg desempeño que, de confirmarse, implicará un aumento del 4.4 % en la producción global de esta especie, en comparación con la cosecha del mismo ciclo anterior en la gestión 2024, que fue de 95.7 millones de sacos (ONU, 2024)

La producción de café a nivel mundial Brasil, tradicionalmente el país mayor productor de café del mundo, cuya cosecha total es de 58.81 millones de sacos por año durante la gestión 2024. Así, este volumen de Cafés brasileños equivale al 33.3 % de la cosecha mundial, seguido de Vietnam como segundo país productor de café del planeta, con un volumen de 27.9 millones de sacos que corresponde aproximadamente al 16.5 % de la producción mundial y como tercer productor aparece Colombia, cuya cosecha en la gestión

2024 se estimó en 12.4 millones de sacos, lo que corresponderá a un porcentaje de apenas el 7 % de la cosecha mundial de las dos especies mencionadas anteriormente (ICO, 2024)

2.2.1. Importancia del Café en el Mundo

La gran acogida de esta bebida se ha traducido en una producción anual que no baja de los 150 millones de sacos desde hace más de una década. Ahora bien, cabe señalar que alrededor de la mitad del cultivo de café tiene lugar en América del Sur. Solo en la última temporada se produjeron cerca de 89,5 millones de sacos en esta región. (Anacafe 2023)

El 2024 fue un año de altibajos significativos en la producción de café. Por un lado, los caficultores demostraron una admirable capacidad de resiliencia e innovación, adoptando nuevos métodos de cultivo, procesamiento y gestión de los recursos naturales. Por otro, tuvieron que enfrentar los altos costos de los insumos, de la mano de obra y las inclemencias climáticas (USDA, 2024).

El café es el segundo producto más comercializado a nivel mundial después del petróleo y el segundo más consumido después del agua, lo cual nos haría pensar que los productores de café están ganado mucho dinero pero no hay nada más alejado de la realidad, tomando en cuenta que de los 200.000 millones de dólares que representan anualmente las ventas de café en el mundo, los caficultores apenas reciben entre un 6 % y un 10% de las ganancias (ONU, 2024).

2.3. Producción de Café en Bolivia

La calidad del café boliviano está siendo reconocida a escala internacional en los últimos años. Bolivia continúa destacando en el mercado internacional con la exportación de café de alta calidad, alcanzando \$us 9,40 millones entre enero y septiembre de 2024. Este monto representa un incremento significativo en comparación con el mismo periodo del año anterior, donde Estados Unidos fue el principal destino del café boliviano con el 33% del total de café exportado, en importancia le siguió Bélgica (15%) y Francia (10%). (IBCE, 2024).

En la gestión 2024 la producción de café fue de 45000 bolsas cada uno de 60 kg que equivales a 2.7 millones de kilos, del total de la producción de café, aproximadamente el 30 % se destina al mercado interno, mientras que el 70 % se exporta. Sin embargo, para esta

gestión se busca incrementar las exportaciones y tener una mayor presencia en los mercados internacionales (CNCB, 2024).

La producción nacional cafetalera se localiza en mayores cantidades en el pueblo de Caranavi del departamento de La Paz, denominado como Faja de Yungas – Cordillera de los Andes, como segundo departamento se encuentra Santa Cruz (localidad de Buena Vista- Zona norte), seguido de Cochabamba (zona de Villa Tunari) y por último en menor proporción en los departamentos de Pando, Beni y Tarija (MDRyT, 2024).

2.4. Generalidades del cultivo de café

Se le denomina “Cafeto” a la planta de café perteneciente a la familia de las rubiáceas nativas del sur de Asia y el África sub tropical. Los granos de café abarcan 500 géneros y 8.000 especies. Uno de ellos es el *Coffea* en el cual sus frutos están contenidos en arbustos y toman un estado de color rojizo en su etapa de madurez denominado “cereza”, el fruto o semilla es consumido por el humano después de ser tostado y molido (Cicafe, 2011).

2.4.1. Taxonomía del café

La taxonomía del café de acuerdo con Chavalier citado por Cuba, (2007) es de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Angiospermas (semillas encerradas)

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: *Coffea*

Especie: arabica L.

Fuente: Cuba (2007)

2.4.2. Descripción Morfológica del café

El café es un arbusto perenne, con una altura que varía de dos a seis metros, pudiendo llegar hasta diez metros en estado silvestre. La copa presenta forma cilíndrica con un tallo vertical, de donde salen ramificaciones horizontales. Las hojas adultas son de coloración verde oscura, brillante, de forma elíptica, bordes ondulados, nervios secundarios de pocas profundidades. Las inflorescencias se desarrollan en las axilas foliares y originan hasta cuatro flores, en una estructura llamada glomérulo. Los frutos presentan un formato oblongo, de coloración amarilla o roja en la maduración, con dos semillas envueltas por una membrana denominada pergamino (Condori, 2020).

Raíz: La raíz principal del café es pivotante, porque nace de una semilla con numerosas raíces secundarias. La parte más importante son las raicillas, que son las encargadas de absorber el agua y los nutrientes para la planta (Reyes y Tinoco, 2016).

Tallo: El tallo es recto y crece verticalmente. La corteza es rojiza en principio y cuando empieza a lignificarse el tallo adulto es de color gris, los más flexibles son los de la especie arábica (Rojas, 2011).

El café presenta dos tipos de crecimiento: Ortotrópico, cuando crece verticalmente comprende el tallo principal y chupónes y Plagiotrópico cuando crece en forma horizontal que comprenden las ramas primarias, secundarias y terciarias. En los nudos del tallo principal se encuentran varios tipos de yemas, las que dan origen a las ramas primarias, los chupones (FNC, 2010).

Hojas: Las hojas son opuestas de forma elíptica, peciolo corto, coriáceas, verde brillante en el haz, algo más pálida en el envés y con nervaduras salientes. El color y tamaño varía según las especies, los bordes son ondulados, están rodeados por dos estípulas agudas que crecen en los nudos del tallo (Cuba, 2007)

Flores: Las flores son hermafroditas, gamopétalas y gamosépalas, se insertan en las axilas de las hojas de las ramas plagiotrópicas. La inflorescencia se forma en grupos de cuatro sobre un tallito corto llamado glomérulo, existiendo de 3 a 5 de ellos en la base de cada hoja. El total de flores por axila varía de 2 a 16, el color de los pétalos es blanco y el pistilo es tubular, con dos lóculos donde crecen las semillas (Condori, 2020).

Fruto: El fruto es una drupa con dos semillas generalmente son planoconvexas, se forma como resultado de la unión del grano de polen con el óvulo, luego de la fecundación la semilla se llena de un tejido verde claro y acuoso, el cual se va endureciendo a medida que avanza la maduración del fruto, varía entre 28 a 32 semanas de acuerdo a la temperatura del lugar de la plantación y la variedad, adquiriendo una forma ovoide con un pedúnculo (Rojas, 2011).

Según Barrientos (2011) los frutos son bayas de tamaño pequeño, están formado por la cascara o epicarpio, la pulpa o mesocarpio, el pergamino o endocarpio que cubre la almendra, el embrión y la almendra o endospermo.

2.5. Características edafoclimáticas del cultivo de café

Las características Edafoclimáticas, especialmente las ambientales pueden causar distintos cambios fisiológicos, morfológicos y bioquímicos en los cultivos, de esta manera determinando algunas variaciones que se ven reflejadas en su rendimiento (Encalada *et al.*, 2016).

Suelo: Para que los cultivos produzcan más, se deben conocer las propiedades del suelo ya que éstas a su vez limitan el desarrollo de las plantas, con el fin de aplicar medidas correctivas presentes en cada caso. Estos problemas por lo general presentan la naturaleza física, química y biológica, y de vez en cuando se relacionan entre sí; de allí la dificultad que se presenta para realizar un diagnóstico, en especial el análisis de laboratorio (Cañas, 2014).

El suelo ideal para el cafeto debe tener en promedio un volumen de alrededor de 50% de porosidad, 45% de substancia mineral y 5% de materia orgánica. Cabe mencionar que el espacio poroso se compone de macro y microporos, el agua contenida en los macroporos es fácilmente drenada, mientras que el agua en los microporos es el agua disponible para las plantas. Un suelo bien drenado tiene alrededor de 1/3 de espacio poroso con macroporos y 2/3 con microporos (Matta, 2019).

Fernandez, (2017) manifiesta que el cafeto por su parte prefiere suelos bien drenados y por lo general de estructura tipo granular y migajosa. En el suelo existen tres diferentes tipos de partículas que son, arena, limo y arcilla. Los suelos que disponen estos tres tipos de

partículas de forma equilibrada, se les conoce como francos, éstos son ideales para el cultivo de cafeto. No se recomienda suelos compactados para hacer caficultura.

Temperatura: Según Gómez (2015), para que las posturas tengan una buena condición de biomasa es necesario que las plántulas de cafeto reciban suficiente radiación solar durante el ciclo de crecimiento. La temperatura promedio anual favorable para el cafeto se ubica entre los 17 a 23° C. Temperaturas inferiores a 10° C, provocan clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes.

Precipitación: La cantidad y distribución de las lluvias durante el año son aspectos muy importantes, para el buen desarrollo del cafeto. Con precipitaciones mayores de 3000 mm, la calidad física del café oro y la calidad de taza puede comenzar a verse afectada; además el control fitosanitario de la plantación resulta más difícil y costoso (Medina, 2019).

En zonas cafeteras más importantes, la precipitación alcanza valores entre 2.000 y 2.500 mm. No obstante, también existen zonas con una inadecuada distribución de lluvias y algunas limitaciones de agua o por la alta evaporación. Igualmente, hay otras limitaciones para el cultivo por exceso de lluvia, especialmente en aquellas zonas con suelos que tienen alta capacidad de retención de agua, según varios estudios realizados el café necesita 1200 a 1800 mm para un buen desarrollo (Duicela, 2014).

Humedad relativa: Cuando alcanza niveles superiores al 85%, se propicia el ataque de enfermedades fungosas que se ven notablemente favorecidas. Lo más deseable es que se trate de zonas con moderada humedad relativa para que la presión de inóculo de enfermedades fungosas sea menor, sobre todo para disminuir la incidencia de ataque de Ojo de Gallo, que es sin lugar a dudas, la principal limitante de la producción de café (Merida, 2018).

Altitud: La altitud óptima para el cultivo de cafeto oscila entre los 900 y 1,600 metros sobre el nivel del mar. Si se cultiva a menor altura, en muchos de los casos, los costos de producción incrementan, porque se reduce la calidad del café. Por otro lado y todo lo contrario, ya que si el cafeto se cultiva a mayor altura, la calidad del grano es mejor, y además se produce un menor crecimiento de las plantas (Astigarra, 2017).

2.6. Variedades de Café en estudio

2.6.1. Variedad Catuai

Es el resultado del cruzamiento artificial de las variedades Mundo Novo y Caturra, realizado en Brasil. Se adapta muy bien en rangos de 600 a 1370 msnm, es una variedad muy vigorosa que desarrolla mucho crecimiento lateral con ramas secundarias, es de porte bajo con una altura promedio de 2.25 metros. Las hojas nuevas o brotes son de color verde claro, las hojas adultas tienen una forma redondeada y de color verde oscuro. Esta variedad produce frutos de color rojo y amarillo, tiene alta capacidad de producción en condiciones óptimas de clima y suelo. Requiere de un manejo adecuado y oportuno de las diferentes actividades agronómicas, especialmente lo que se refiere a la nutrición y control de roya (Anacafe, 2016).

2.6.2. Variedad Coipsa

La variedad Coipsa es un fenotipo local propio del lugar de San Pablo Municipio de Caranavi departamento de La Paz ubicado a una altitud de 1217 msnm, la planta madre tiene una edad de 30 años que se ha desarrollado en pleno bosque, con características de resistencia a la Roya y ojo de gallo, presenta un porte frondoso de unos 3 metros de altura, con un diámetro de tallo de 51mm, esta área o terreno es del señor Isaac Quispe Choque y de ahí se da origen al nombre de la variedad Coipsa que significa Café Origen Isaac Pablo Salvador (Mendoza y Romero, 2024)

La generación F1 de esta variedad con tres años de producción presenta un porte frondoso con una altura de 1.90 a 2 m, diámetro de tallo de 21mm, hojas ovadas con ondulaciones, los frutos son grandes de color rojo púrpura, sin ninguna presencia de enfermedades como la roya y ojo de gallo, presentando resistencia a las mismas (Mendoza y Romero, 2024)

2.7. Manejo del cultivo de café en condiciones de vivero

2.7.1. Construcción del Germinador

El germinador debe construirse en un lugar de fácil acceso, sombreado, cercano a una fuente de agua para el respectivo riego y un lugar cerrado para proteger de los animales domésticos, entre otros. Los germinadores de café deben construirse elevados del suelo con el fin de evitar las salpicaduras de aguas lluvias, la contaminación con aguas de

escorrentía o provenientes de desagües, los daños ocasionados por animales domésticos y para prevenir el ataque del hongo (Cenicafe, 2019).

La base o altura, o sea el sitio donde se deposita la arena y se siembran las semillas de café, debe tener 30 cm de profundidad; allí inicialmente se coloca una capa de gravilla de 1 cm de profundidad, para proporcionarle un buen drenaje al germinador. Luego se ubica una capa de arena fina de río cernida, las dimensiones son recomendable que sean de 1 m de ancho y de largo calcular según la cantidad de semillas a germinar, tomando en cuenta que 1 kg de semilla ocupa un espacio de un metro cuadrado (López y Gallo, 2017)

2.7.2. Selección de la Semilla

En el campo, la producción varía mucho de cafeto a cafeto. La práctica de selección de la semilla tiene como objetivo escoger las mejores semillas para obtener plantas de alta calidad y por ende el éxito de las futuras plantaciones a cultivarse, es por esto que un cafeto vigoroso, sano, altamente productivo y resistente a plagas solamente se logra seleccionando correctamente las semillas y realizando un buen almacenamiento hasta realizar la respectiva siembra (Monroig, 2018).

Las características para la selección de las plantas madres son:

- ✓ Seleccionar plantas en lotes de una sola variedad.
- ✓ Plantas que presenten estabilidad y alta producción.
- ✓ Edad de 6 a 10 años.
- ✓ Plantas resistentes, sanas y vigorosas.
- ✓ No escoger semillas de linderos (Castro, 2016).

2.7.3. Siembra de la semilla

Lo recomendable para sembrar un kilo de semillas deberá ser de tamaño de 1 m de ancho por 1 m de largo y 20 cm de altura como 15 mínimo. La siembra del café se puede realizar al voleo o en surcos paralelos, la primera se distribuyen las semillas uniformemente, se aprieta la semilla para que esta quede en contacto con el sustrato, luego se recomienda tapar la semilla con una capa de arena de 2 cm de espesor, para la segunda que es la siembra mediante surcos se recomienda distancias de 5 cm uno del otro, colocando las semillas a una distancia de 1 cm entre ellas (Flores, 2015).

2.7.4. Desinfección del sustrato en el almácigo

Es necesario desinfectar la arena con el fin de prevenir el ataque de *Rhizoctonia solani*, de esta manera se evita la pérdida de semilla y la mortalidad de las plántulas de café, se puede utilizar agua hervida o Trico-D, con una dosis de 10 cc para 2 lt de agua por metro cuadrado (Carvajal, 2018).

2.7.5. Trasplante de las plántulas de cafetos a bolsa

Las plántulas se obtienen a los 75 días, para el trasplante deben descartarse las chapolas débiles, cloróticas, con malformaciones radicales. Las plántulas que salen del almácigo no deben tener síntomas de pudrición y volcamiento, esto se evidencia por el color café oscuro o negro en el cuello de la raíz o en las raíces. Es posible que la raíz presente dos raíces principales, lo que se conoce como raíz bifurcada, que tiene un efecto negativo en el desarrollo y producción de la planta adulta. (Oirsa, 2015).

Las plántulas deben ser trasplantadas de preferencia en días nublados en las primeras o últimas horas del día. Antes del trasplante, es necesario que las bolsas llenas de suelo estén húmedas para un mejor trasplante y que no afecte a las plántulas. Para sacar las plántulas del germinador, éstas deberán estar en estado de fosforito o chapola, se afloja el sustrato y se retiran con cuidado evitando romper lo menos posible las raíces, además se debe evitar que estas queden directamente expuestas al sol (Reyes y Tinoco, 2016).

Las bolsas de polietileno negro tienen una dimensión de 16 cm x 24 cm (diámetro x alto), con capacidad de 1 kg de sustrato permite un adecuado crecimiento de la raíz durante los primeros 4 meses, deben tener perforaciones en la base para el drenaje de agua, con el fin de evitar encharcamientos que ocasionan amarillamiento y muerte de las plántulas. Para plantas en vivero por más de seis meses, es necesario utilizar bolsa de 2,0 kg (Oirsa, 2015).

2.7.6. Riego

La frecuencia del riego en el vivero dependerá también de las condiciones ambientales de la zona donde se estableció. Se debe regar todos los días, especialmente en la época seca y durante los primeros tres meses; más adelante se realiza en forma interdiaria (un día sí y otro no). Generalmente los viveros se establecen en el período seco, por lo que deben contar con agua para riego, para luego ser trasplantadas en el período de lluvias. Muy

importante recalcar que se debe regar al final de la tarde o a primeras horas de la mañana (Carvajal, 2018).

2.7.7. Control de malezas

En el transcurso del crecimiento de las plantas, el control de malezas se debe efectuar de forma manual en las bolsas y con ayuda de un azadón en las calles. Si en las calles se coloca aserrín, piedra picada, cascarilla de café desinfectada o plástico se reduce la presencia de las malezas, los desyerbes en las bolsas por lo general se deben efectuar cada 30 días (Castro, 2016).

2.7.8. Control de plagas y enfermedades en vivero

La falta de drenaje en los viveros favorece la presencia del hongo *Rhizoctonia solani* cuya incidencia es mayor en las primeras semanas después del trasplante, por lo cual ha de evitarse el exceso de sombra y humedad. La mancha de la hoja es causada por el hongo *Cercospora coffeicola*, éste se presenta con mayor frecuencia en cafetos con deficiencia de nitrógeno. Esta enfermedad se puede prevenir mediante aplicaciones consecutivas de compost, humus de lombriz o guano. Se recomienda la aplicación de purines o el estiércol líquido ya que estos pueden contrarrestar rápidamente esta deficiencia y fortalecer las plántulas de cafeto contra el ataque de éste u otros hongos. En caso de ataques fuertes de esta enfermedad, se fumiga con Caldo Bordelés, el cual se prepara en proporción de cucharadas de sulfato de cobre y otro tanto de cal disueltos por galón de agua (Cenicafe, 2018).

2.8. Sustratos

2.8.1. Características del sustrato para el cultivo de café

Todo el material inerte o cercano a lo inerte, con suficiente capacidad de absorción de agua y el mantenimiento de ella en porosidades propias de su contextura o de su naturaleza física, puede llegar a ser adecuado para el cultivo de las plantas por medio de las soluciones nutritivas. Un listado rápido de estos materiales conocidos como Sustratos incluye tanto productos orgánicos como materiales inorgánicos (Aguilar *et al*, 2016).

Entre los productos orgánicos que se usan como sustratos para cultivos en tierra, podemos mencionar; la turba, la fibra de coco, el carbón, las bolitas de poli estireno, cáscara de arroz,

aserrín, suelo + materia orgánica. Entre los materiales inorgánicos tenemos: la arena, la grava, cascote y piedras partidas, vermiculita, perlita, lana mineral (Castro y Laguna, 2018).

2.8.1.1. Propiedades físicas del sustrato

El sustrato debe tener una elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores, baja densidad aparente, elevada porosidad y estructura estable que impida la contracción (Duicela, 2014).

2.8.1.2. Propiedades químicas del sustrato

El sustrato debe tener baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente, también debe tener suficiente nivel de nutrientes asimilables, baja salinidad, elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH y una mínima velocidad de descomposición (Cañas, 2014).

2.8.1.3. Otras propiedades

El sustrato también debe estar libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas, debe tener una alta reproductividad y disponibilidad de nutrientes, bajo costo, fácil de mezclar, fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección y resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales (Condori, 2020).

2.9. El compost

Alcivar (2012), menciona que el compost es el resultado del proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener compost, abono excelente para la agricultura.

García (2020), define que el compost como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia del suelo. También es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas,

Asimismo Alcivar (2012), explica que el compost es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. Este abono también se lo conoce como “tierra vegetal o mantillo”.

De acuerdo a la Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería, (1999) el compost es un abono orgánico que resulta de la mezcla de residuos vegetales, cal y tierra que se transforma en mantillo por fermentación.

2.9.1. Características del compost

García (2020), señala que el compost está compuesto por una materia de color oscuro, con un agradable olor y contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Esto impide que sean lavados por el agua de riego, conservando por más tiempo en el suelo.

- Al ser una materia oscura absorben mejor el calor.
- De un suelo orgánico se puede eliminar mejor las malezas.
- Influye en forma efectiva en el desarrollo de los plantines.
- Al preparar compost se matan patógenos y semillas no deseadas.
- Hay menos enfermedades en las plantas.
- Las semillas no requieren tratamientos químicos.
- Aumenta notablemente el aporte de las plantas, arbustos y árboles.
- Tiene un olor similar a la tierra.

2.9.2. Propiedades del compost

2.9.2.1. Propiedades físicas

Según Mérida (2018), explica que la materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.

2.9.2.2. Propiedades químicas

Aumenta el contenido en macro nutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.

Según Aguilar *et al*, (2016), demuestra que el compost puede tener las siguientes características químicas variando de acuerdo al origen de los materiales:

- Materia Orgánica. 35-40%
- C/N 12-14
- Humedad 40-45%
- C.I.C. 167 meq/100g
- Nitrógeno 2-2.6
- Fósforo 1.5-2%
- Potasio 1.5%
- Calcio 2%
- Magnesio 1-1.3%

2.9.3. Efectos del compost sobre las propiedades del suelo.

Según Mérida (2018) señala los efectos benéficos del compost sobre el suelo.

a) Sobre las propiedades física. Influye sobre la estabilidad de los agregados, disminuyendo la densidad aparente. Además, mejora la capacidad de retención de agua, y la porosidad del suelo y por consiguiente hay mayor oxígeno.

b) Sobre las propiedades química. El compost es una fuente de nutrientes para los cultivos, que son liberados durante el proceso de descomposición, incrementa el contenido de coloides orgánicos lo que favorece el intercambio catiónico.

c) Sobre las propiedades biológicas. Los microorganismos del intensifican sus actividades de síntesis, transformación y degradación de los compuestos orgánicos que enriquecen al suelo y favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas.

2.10. Propiedades de la hoja de coca

La hoja de coca es un estimulante muy fuerte, se compensa por que también es un alimento muy fuerte que brinda energía alimento y oxígeno, estudios científicos realizados en la

universidad de HARVARD dan cuenta de que no existe una planta que tenga tanta proteína, vitaminas y minerales, como la hoja de coca tiene más calcio que la leche y el huevo juntos, tiene más proteínas que la carne, Regula el azúcar de la sangre, es ideal para el efecto de las alturas. Se podría decir que en 100 gr, de coca se puede tener casi 2 g de potasio (Anmbuila *et al*, 2022).

2.10.1. Valor nutricional de la hoja de coca.

La hoja de coca presenta los siguientes elementos y nutrientes: nitrógeno total 2.1%; fósforo total 2744 mg/kg, sodio total 92 mg/kg, potasio total 12240 mg/kg, calcio total 9574 mg/kg, magnesio total 2548 mg/kg, materia orgánica 94%, ceniza 6.0%, proteína total 13%, pH 4.9 y conductividad eléctrica 4540 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Collazos *et al.* (1965), demostraron inicialmente la riqueza en minerales y vitaminas de la hoja de coca con “valores particularmente llamativos para el nitrógeno y el calcio” siendo esto los valores: nitrógeno 2.88 %, fósforo 405.0 mg, calcio 2196 mg y ceniza 5.35 % (Carita, 2014).

2.10.2. Análisis físico químico del compost de coca

Según Apaza (2014), establece distintos parámetros de análisis físico químico de compost de hoja de coca obtenida en el estudio realizado de Efecto de la incorporación de tres activadores biológicos en el proceso de compostaje de residuos de hoja de coca en el Centro Experimental Kallutaca UPEA.

Cuadro 1. Análisis físico – químico de compost de hoja de coca

Parámetros	Unidades	Resultados
Nitrógeno total	%	1.8
Fósforo total	mg P/kg	7624
Materia orgánica	%	61
Sodio total	mg/kg	5220
Potasio total	mg/kg	20667
Calcio total	mg/kg	18614
Magnesio total	mg/kg	5524

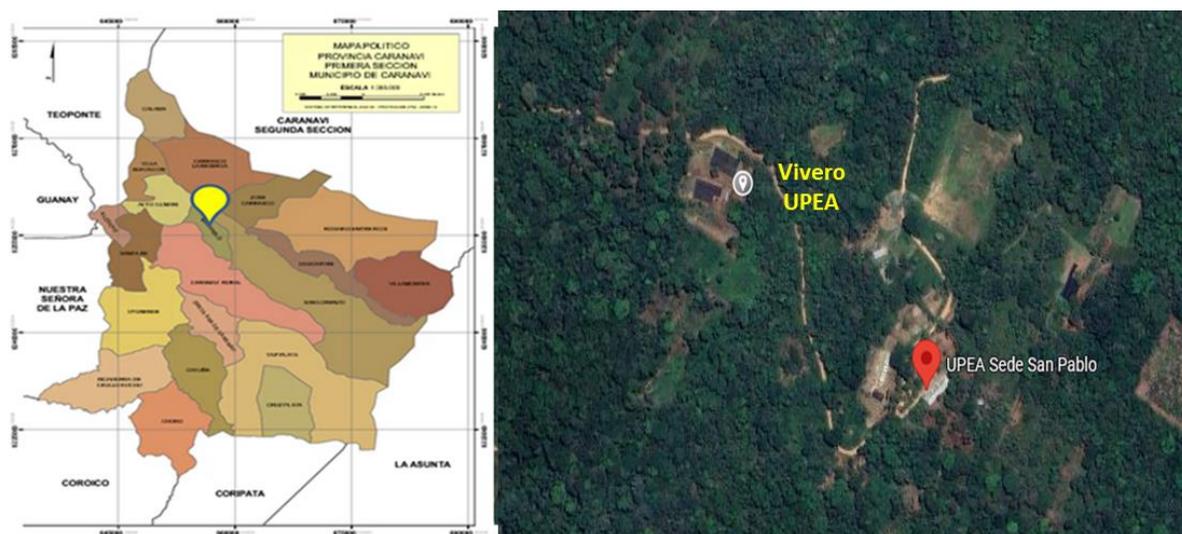
Cadmio total	mg/kg	1.3
Plomo total	mg/kg	12
Mercurio total	mg/kg	< 0.20
Hierro total	mg/kg	5940
Cobre total	mg/kg	35
Cromo total	l mg/kg	11
Níquel total	l mg/kg	12
pH		7.7
C.E.	μS/cm	13290

Fuente: Apaza, (2014).

3.MATERIALES Y MÉTODOS

2.11. Ubicación Geográfica

La Investigación se realizó en predios del vivero de la carrera de Ingeniería Agronómica Sede San Pablo perteneciente a la Universidad Pública de El Alto y que según el PTDI (2021-2025), Plan Territorial de Desarrollo Integral para el vivir bien del Municipio de Caravi. Se encuentra ubicado en la región del Norte de La Paz, Municipio de Caranavi, Colonia San Pablo, ubicado a 160 km de la ciudad de La Paz. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 65°63'65" Latitud Sur, y 82°55'778" Longitud Oeste, a una altitud promedio de 1217 m.s.n.m. (Figura 1)



Fuente: PTDI – 2021- 2025 y Google Maps, 2025

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio

2.12. Características Ecológicas

2.12.1. Clima

La temperatura óptima, para su cultivo, oscila entre 19 y 21 °C con extremos de 17 a 23 °C, por encima de la temperatura promedio de 24 °C se acelera el crecimiento vegetativo, limitando tanto la floración como el cuajado de los frutos (Fischersworing y Robkamp, 2001).

La humedad relativa, que prevalece en los cafetales tanto en los meses secos como en los lluviosos, es del 70 al 95 % pero cuando alcanza niveles superiores al 85 % se afecta la calidad del café oro y de taza. El ataque de enfermedades fungosas se ve notablemente favorecido (Mena, 1987).

2.12.2. Suelo

Los suelos de los Yungas en general se han originado por sedimentaciones pluviales jóvenes, y son en su mayoría de textura franco arcillosa, con una estructura de tipo bloque angular medio y fino, con un PH que varía desde 4,5 hasta 5,5; existiendo zonas donde el PH es ligeramente más bajo existiendo problemas de absorción de calcio y magnesio debido a los altos porcentajes de acumulación de aluminio y hierro. (Plan Territorial de Desarrollo Integral Municipio de Caranavi PTDI, 2021 -2025).

Según Barrientos (2011), el mejor café se produce en suelos drenados y ventilados, con buen nivel nutricional y alto contenido orgánico. Los suelos deben ser fértiles, porosos, profundos y de buen drenaje. La tierra de vivero debe ser suelta, de textura franco, franco-arenosa o franco arcilloso con 24 % de estiércol.

El pH del café tiene un rango óptimo de 5.5 a 6.5, valores debajo o arriba de ellos, afectan el desarrollo normal de raíces, el crecimiento y la producción (Gómez, 2010).

2.12.3. Flora

Los cultivos más importantes de la provincia Caranavi como fuente de generación de ingresos económicos están primero el café, cítricos, cereales, bananos, plátano, cacao, papaya, palto, mango, té, coca y algunos cultivos anuales como la yuca y hortalizas que se destinan para el consumo familiar que se destinan para el consumo familiar (PDTI, 2015-2020).

2.12.4. Fauna

La diversidad de la fauna silvestre forma parte de los recursos naturales renovables se encuentran conformada por especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces e insectos, muchos de estos especímenes están afectados por los depredadores primarios. (PDTI, 2015- 2020).

2.13. Materiales

2.13.1. Material genético

Semilla de Café

- ✓ Variedad Catuai
- ✓ Variedad Coipsa

2.13.2. Material de campo

- ✓ Picota
- ✓ Pala
- ✓ Flexómetro
- ✓ Regla vernier
- ✓ Rastrillo
- ✓ Alambre tejido
- ✓ Alambre de amarre
- ✓ Wincha
- ✓ Yutes
- ✓ Carretilla
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Machete

2.13.3. Material de gabinete

- ✓ Planillas
- ✓ Fotocopias
- ✓ Papel bond
- ✓ Bolígrafo
- ✓ Tablero
- ✓ Regla

2.14. Metodología

2.14.1. Enfoque de la investigación

La investigación tuvo un enfoque aplicado, cuantitativo de tipo experimental. Porque se relacionaron los efectos que generan los sustratos que es el compost de coca, sobre el crecimiento de nuevas plántulas de (*Coffea arabica* L.) variedad Catuai y Coipsa.

Donde el trabajo estuvo enfocado en el mejoramiento de la producción de plantas de café en el vivero con la aplicación de compost de coca como sustratos en la producción de plantines de café en fase de vivero en el cantón San Pablo Provincia de Caranavi.

2.14.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación realizada fue de tipo experimental porque permitió manipular las variables y medir su efecto y comparación sobre las dos variedades y determinó cuál de los sustratos incide positivamente en el desarrollo de plántulas de café en vivero.

2.14.2. Población y muestra

Población: la población fue conformada por 80 plántulas de café por tratamiento y cada una de ellas con 4 repeticiones y cada repetición con 20 plantines o unidades de muestreo, haciendo un total de 320 plantas o macetas de café en todo el experimento.

La muestra: La muestra fue el 50% de la población de la unidad experimental, siendo 10 plantas de café por unidad experimental las que fueron evaluadas tomando datos, 30 plantas por tratamiento.

2.14.3. Procedimiento experimental del ensayo

2.14.3.1. Recolección de la semilla

Las semillas de Café de la variedad Coipsa y Catuai se recolectaron del lote del señor Isaac Quispe Choque (figura 2), localizado en la Comunidad de San Pablo, para lo cual se seleccionaron árboles de buenas características fenotípicas mayores de 4 años; la cantidad de semillas colectadas aproximadamente fue de ½ kg de cada una de las variedades, de las cuales mediante una selección fueron escogidas 1000 unidades de forma manual para el almacigado, descartando semillas vanas o defectuosas.



Figura 2. Cosecha de semilla de las dos variedades

2.14.3.2. Adecuación del vivero

El trabajo de campo o implementación del almacigo se realizó en el vivero forestal de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Sede San Pablo Caranavi de la Universidad Pública de El Alto (figura 3), como primer paso se realizó la delimitación del área de 5 x 4 m a utilizar, posterior se hizo la limpieza del terreno, eliminando rastrojos, piedras y hojarasca, luego la nivelación y demarcación del terreno, colocando los puntos para colocar las estacas en los bordes como medio de protección de animales con alambre tejido galvanizado alrededor de toda el área de ensayo a evaluar.



Figura 3. Adecuación y enmallado del área de estudio

2.14.3.3. Almacigado de la semilla

El almacigo se realizó en camas de germinación en el piso utilizando como material tablas de madera (figura 4), empleando arena desinfectada como sustrato, para cada variedad se usó medio kilo de semilla de café, haciendo un total de 1000 unidades por variedad, de ahí se colocaron las 1000 semillas de cada variedad en hileras y posterior se protegió con poca cantidad de arena con una altura de 1 cm, para mantener la calor, temperatura y humedad se tapó con hojas de chusi.



Figura 4. Implementación del almacigo y germinación de las semillas

2.14.3.4. Colecta de sustrato

En el ensayo se utilizó tres tipos de sustrato como: tierra del lugar que se colectó de la misma área o zona de estudio, turba o tierra bosque y aplicación de 20 g de compost de coca por bolsa o maceta aplicados como abono natural.

La tierra del lugar y la turba de bosque fueron colectadas de la zona o Cantón San Pablo de los predios de la Carrera de Agronomía (figura 5), tomando en cuenta que no estén contaminadas y la cantidad requerida manejando una relación de 70 % de tierra del lugar y 30 % de tierra de bosque.



Figura 5. Preparación y embolsado del sustrato

2.14.3.5. Pesado del compost de coca

El compost de coca se elaboró en la Sede de Kallutaca del Módulo bioabonos perteneciente a la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto.

Una vez trasladada la cantidad suficiente de compost de coca a la Sede San Pablo se procedió a pesar para posterior mezclar con los demás sustratos, el nivel o dosis a utilizar fue de 20 g por cada 2 kg de sustrato en las dos variedades y como testigo fue sin aplicación de compost.

2.14.3.6. Embolsado de sustrato y enfilado

Una vez preparado y desinfectado todos los sustratos se procedió al llenado de las bolsas de polietileno color negro de tamaño 15 x 26 cm, luego fueron acomodados en filas de 4

cada tratamiento, con cuatro repeticiones y 20 unidades experimentales de acuerdo al diseño del ensayo experimental y posterior se realizó el repique de los plantines de café en estado de chapolas o mariposa (figura 6).



Figura 6. Embolsado, enfilado y repicado de los plantines de café

2.14.4. Diseño Experimental

La presente investigación se implementó bajo un diseño experimental completamente al azar (DCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento según lo recomendado por Ochoa, (2009).

Por lo que el modelo lineal aditivo fue el siguiente:

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

Dónde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto de i-ésimo tratamiento (Compost de coca)

ϵ_{ij} = Error experimental Factores de estudio

2.14.5. Factor de estudio o tratamiento

- ✓ Variedad de café Catuai + compost de coca
- ✓ Variedad de café Coipsa + compost de coca
- ✓ Testigo sin aplicación

2.14.6. Formulación de los tratamientos

T₁ = a₁b₁ (Variedad Catuai + sin aplicación)

T₂ = a₁b₂ (Variedad Catuai + Compost de coca)

T₃ = a₁b₃ (Variedad Coipsa + sin aplicación)

T₄ = a₂b₁ (Variedad Coipsa + Compost de coca)

2.14.7. Variables de Respuesta

2.14.7.1. Porcentaje de sobrevivencia

Esta variable fue determinada en base a la relación porcentual entre el número de plantas establecidas por tratamiento y repeticiones y el número de plantas vivas encontradas al momento de la evaluación que se realizó contando los plantines vivos de cada tratamiento a la finalización de la toma de datos en campo, tomando la formula recomendada por (Icafe, 2011):

$$\% \text{Sobrevivencia} = \frac{\text{Nro de plantines vivos por unidad experimental}}{\text{Nro total de plantines por unidad experimental}} \times 100.$$

2.14.7.2. Altura de planta

Para obtener la variable de respuesta en altura de los plantines de café en los diferentes tratamientos en vivero, fue para determinar el compost de coca mezclado en el sustrato y su efecto en el crecimiento de la planta posterior al repique, esta variable se evaluó tomando en cuenta la medida desde la base o cuello de la planta hasta el ápice de la que es la última hoja, esta medida fue evaluada cada 30 días en unidades de centímetros con la ayuda de un flexómetro. Para ello se tomó como unidad de muestreo a 10 plantas de cada unidad experimental por tratamiento (Figura 7).



Figura 7. Desarrollo de la altura en plantines de café

2.14.7.3. Número de hojas

El dato se registró a los 30 días después del repique. Para la toma de datos de esta variable se tomó como unidad o conteo las hojas de cada planta o unidad de muestreo de cada repetición por tratamiento. La evaluación se realizó cada 30 días hasta la finalización del trabajo de campo.

Para obtener la variable respuesta de número de hojas se evaluó contando la cantidad presente de hojas por planta. Para ello se tomó como unidad de muestro a 10 plantas de cada unidad experimental.

2.14.7.4. Diámetro del tallo

En la obtención de los datos en la variable respuesta diámetro de tallo de los plantines de café, se efectuó la medición del tercio medio inferior del tallo principal con la ayuda de un calibrador vernier presentado en milímetros, para ello se tomó como referencia a las diez plantas correspondientes muestreados en cada unidad experimental de cada tratamiento respectivamente cada 30 días (Figura 8).



Figura 8. Medida del diámetro tallo de la planta de café

2.14.7.5. Longitud de la raíz principal

Esta variable de respuesta (Figura 9) fue tomada los datos al final de la investigación una solo vez, midiendo la raíz principal de los plantines para ver diferencia entre tratamientos, para lo cual se tomarán datos de 10 plantines o unidades de muestreo por repetición.



Figura 9. Toma de datos de la longitud de la raíz de la planta

2.14.8. Análisis estadístico

2.14.8.1. Análisis de varianza (ANVA)

En el presente estudio se usó el Diseño Completamente al Azar, con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza por tratamiento y la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 0.05. Los datos fueron analizados utilizando el Software (InfoStat) versión 2020 diseñado para realizar análisis estadísticos de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows.

2.14.9. Análisis económico

2.14.9.1. Beneficio costo (B/C)

El análisis económico es un estudio que se realiza para determinar, analizar y evaluar la interacción entre los distintos actores, en este caso los tratamientos que fueron la aplicación de compost de coca en la producción de plantines de café en dos variedades

De acuerdo a los objetivos planteados, en el presente estudio, se presentan el análisis de la relación beneficio-costo para producción de plantines de café en vivero Paredes, (2007).

a) Beneficio bruto (BB)

(Mendoza, 2007) recomienda que los resultados sean ajustados al 5 % por el efecto de nivel de manejo de cada tratamiento, multiplicando el precio del costo de la carne vendido en Bs por la cantidad de producto o insumo utilizado de cada tratamiento, determinando el beneficio bruto.

$$\mathbf{BB = R \times P}$$

Dónde: **BB**= Beneficio bruto (Bs/ha)

R= Cantidad de plantines (/ha)

P= Precio (Bs)

a) Beneficio neto (BN)

Restando los costos variables totales se obtuvieron los beneficios netos (Mendoza, 2007).

$$\mathbf{BN = BB - CT}$$

Dónde: **BN**= Beneficio neto (Bs/ha)

BB= Beneficio bruto (Bs/ha)

CT= Costo total de producción de carne de pollo (Bs)

b) Relación beneficio costo (B/C)

$$\mathbf{RBC = B / C}$$

Dónde: **RBC**= Relación beneficio costo (Bs)

B= Beneficio (Bs)

C= Costo de producción (Bs)

Cuando: **Valor >1** Aceptable

Valor =1 Dudoso

Valor < 1 Rechazado

- Valor Bruto del Producto

$$\mathbf{VBP = Rendimiento * Precio}$$

- Ingreso Neto

$$\mathbf{IN = VBP - CP}$$

- Beneficio/costo (B/C)

$$\mathbf{B/C = IN / CP}$$

Donde:

- **VBP**: Valor Bruto del producto
- **IN**: Ingreso Neto
- **CP**: Costo de producción
- **B/C**: Beneficio/costo

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Factores climáticos

3.1.1. Temperatura y precipitación durante la investigación

Los datos de precipitación, temperaturas máximas y mínimas fueron registrados por el SENAMHI, durante el trabajo experimental como se describe en las Figura 10.

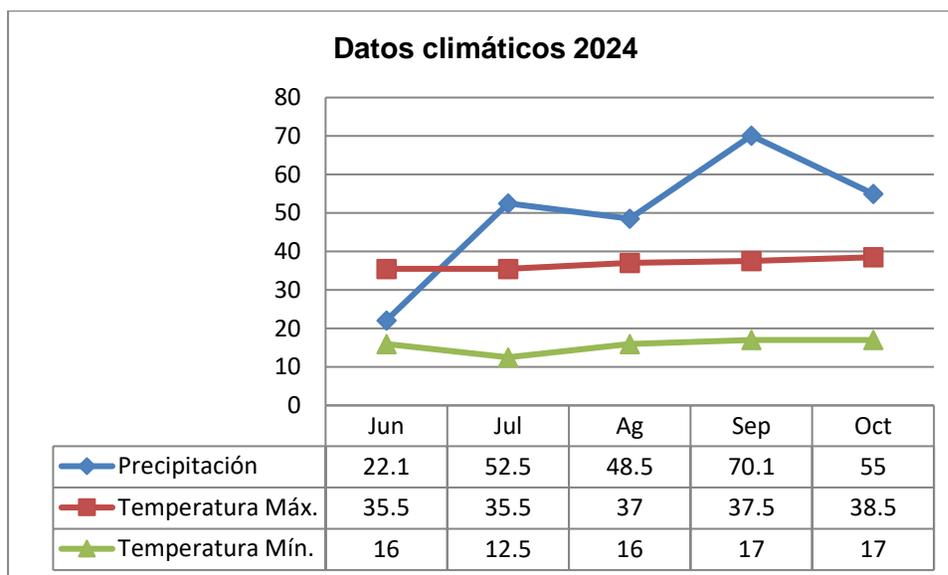


Figura 10. Datos climáticos de temperatura y precipitación SENAMHI, gestión 2024

Los registros climáticos durante el tiempo de la investigación, fueron tomados los meses de junio a octubre de la gestión 2024, como se describe en la figura 10, donde la temperatura sobre pasaron los 35 °C, presentando una elevada calor durante los meses del trabajo de ensayo durante el día, siendo el mes de octubre con 38.5 °C con más calor, en cuanto a las temperaturas mínimas las más baja se registró en el mes de julio con 12.5 °C siendo la más fría de los 5 meses y en cuanto a la precipitación se registraron meses con poca lluvia, siendo septiembre con mayor precipitación de 70.1 mm registrado y el mes de junio presentó 22.1 mm de precipitación.

4.1.1. Temperatura y precipitación durante la investigación

Los registros climáticos de temperatura y precipitación durante el periodo del trabajo de investigación causó un retardo en la germinación de la semilla y desarrollo de los plantines

donde en el día se presentó un intenso calor por lo que se requirió mayor riego constante de los plantines y durante las noches las bajas temperaturas provocaron daño en el ápice de los plantines retardando el crecimiento de los mismos.

Según Garcia (2020). Menciona que para el desarrollo óptimo de la producción de plantines de café en vivero se debe tener una temperatura máxima de 25 °C y una mínima de 17 °C y una precipitación promedio de 800 a 1000 mm año, lo cual la variabilidad de estos afectaría en el desarrollo de las plantas.

3.2. Variables de respuesta

3.2.1. Altura planta del café

Cuadro 2. Análisis de varianza altura planta de los plantines de café

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Variedad	400.23	3	133.41	45.35	<0.0001**
Error	35.31	12	2.94		
Total	435.54	15			
C.V. %	7.66				

** : Altamente significativo

En el (Cuadro 2) realizado el análisis de varianza para la variable altura planta en las variedades de café producidos con compost de coca, los resultados muestran que existe diferencia altamente significativa, lo que indica que la aplicación de compost de coca en el sustrato causó algún efecto en el crecimiento en una de las variedades de café en fase de vivero, también se puede observar un coeficiente de variación de 7.66 % indicando que los datos tomados en campo durante la etapa de la investigación son confiables estadísticamente.

El efecto de la utilización de abonos orgánicos en la producción de plantines es muy favorable en cuanto al crecimiento longitudinal de las plantas de café (Castellón *et al.* 2017 y Romero *et al.* 2018), los mismos pueden ser utilizados en otros cultivos ya que cumplen las mismas funciones de nutrición y ayudan para el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

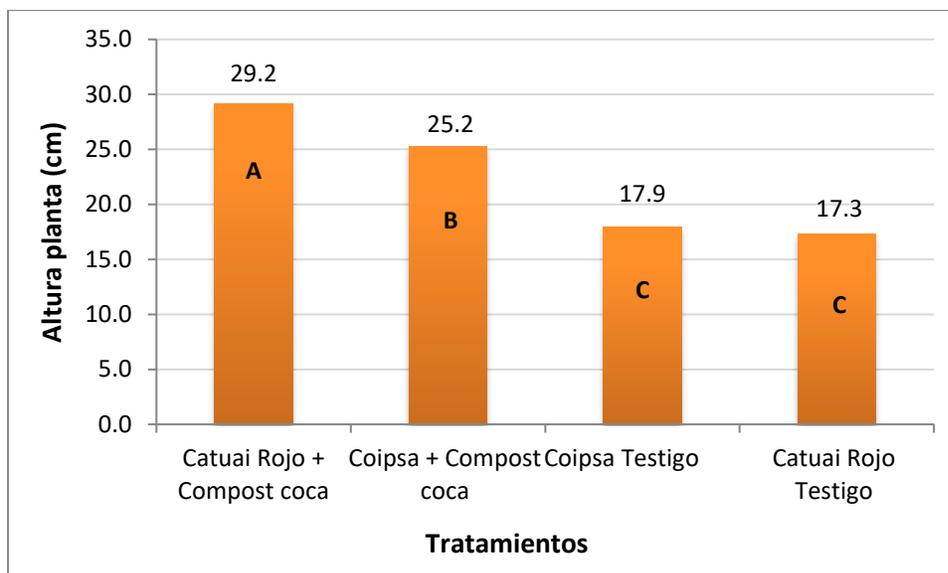


Figura 11. Prueba Duncan altura de los plantines de café a los 120 días

En la prueba de comparación de medias Duncan Figura 11, en el desarrollo de la altura de los plantines en las dos variedades producidos con compost de coca, se puede observar que la variedad Catuai rojo a los 120 días después del repique muestra una diferencia estadística superior a los demás tratamientos con 29.2 cm de altura en comparación a los demás, seguido de la variedad Coipsa que es una variedad local con 25.2 cm, sin embargo los testigos en las dos variedades sin la aplicación de compost de coca en el sustrato no mostraron diferencia estadística en el desarrollo con 17.9 cm para la variedad Coipsa y 17.3 cm en la variedad Catuai rojo, siendo los que menor crecimiento presentaron en comparación a las variedades que fueron producidos con compost de coca en el sustrato.

Alejo y Reyes (2020), evaluaron el efecto de cuatro sustratos en el crecimiento de plántulas de café, la toma de datos se realizó hasta los 4 meses de evaluación, donde los mejores tratamientos fueron: utilizando fosfoestiércol 20 g, bocashi 40 g y humus de lombriz 25 g por bolsa o maceta, registrándose como resultados una media de: 22.78, 21.99 y 20.32 cm de altura respectivamente utilizando bolsas de la maceta de una media de 12 x 24 cm.

Los resultados encontrados en la presente investigación con la aplicación de 20 g de compost de coca al sustrato por maceta muestran un mayor desarrollo en cuanto a la altura de los plantines de café a los 120 días de edad después del repique y en cuanto al tamaño de la maceta nuestros resultados favorables nos quiere decir que a mayor tamaño del recipiente mejor será la calidad de la plántula, ya que existe mayor disponibilidad de

nutrientes disponible para la plántula y además se puede mantener mayor tiempo en la fase de vivero. Y así mismo afirma Arizaleta y Pire (2015), que en las bolsas de mayor tamaño permiten el mejor crecimiento sostenido de la planta durante los seis meses en el vivero y que pequeñas dosis del fertilizante pueden ser suficientes para llevar a las plántulas a buen término previo a su establecimiento en campo.

3.2.2. Número de hojas por planta

Cuadro 3. Análisis de varianza número de hojas por planta

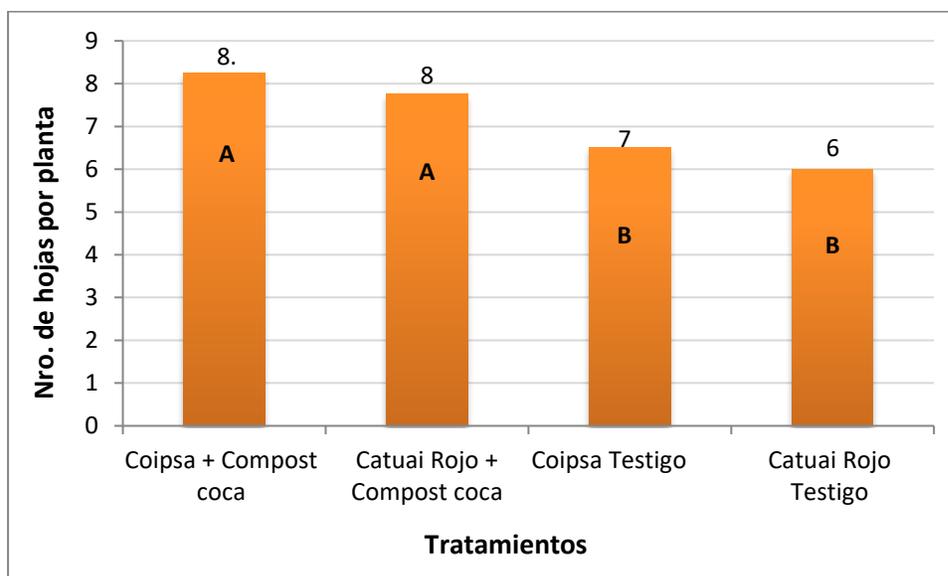
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Variedad	13.25	3	4.42	8.15	0.0032**
Error	6.5	12	0.54		
Total	19.75	15			
C.V. %	10.33				

** : Altamente significativo

En el Cuadro 3, realizado el análisis de varianza para el número de hojas desarrolladas en los plantines a los 120 días después del repique, se observa que entre la dos variedades muestra una diferencia estadística altamente significativa, es decir que el sustrato utilizado con compost de coca tuvo mayor efecto en el desarrollo de hojas en una de las dos variedades. Por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que, si se encontró significancia estadística entre tratamientos, donde el compost de coca si tuvo efecto en el mayor desarrollo de hojas.

El coeficiente de variación es igual a 10.33 % lo que demuestra que los datos están dentro el rango permitido y fueron tomados de forma correcta en el trabajo de campo.

Figura 12. Prueba de medias Duncan número de hojas por planta



En la Figura 12, se presenta la prueba de comparación de medias Duncan al 0.5 % de probabilidad para el factor variedades de plantines de café mediante la aplicación de compost de coca en el sustrato, en los resultados a los 120 días después del repique se pueden apreciar en la variable número de hojas sobre el efecto del compost de coca en el sustrato, el cual determino que el tratamiento variedad Coipsa + compost de coca y la variedad Catui rojo + compost de coca registraron el mayor promedio con 8 hojas promedio por planta, donde no mostraron diferencia estadística entre ambos, sin embargo muestran superioridad estadística a diferencia de los demás tratamientos, registrando que el tratamiento testigo Variedad Copisa y Catuai rojo sin la aplicación de compost de coca mostraron el menor número de hojas desarrolladas con 7 y 6 hojas por planta de café.

Con relación al número de hojas desarrolladas en los plantines de café, Blandón (2018), determinó que con la aplicación de 30 g de humus de lombriz; al final del experimento obtuvo en promedio 9 hojas por planta a los 120 días. Mientras que en nuestra investigación el número de hojas desarrolladas fueron similares con la aplicación de 20 g de compost de coca con 8.3 hojas en la variedad Coipsa y 7.8 hojas por planta en la variedad Catuai rojo a los 4 meses de evaluación, así como manifiesta Arcila, *et al.* (2007), un par de hojas o nudo se origina en promedio cada 25 o 30 días y en un año se forman alrededor de 12 a 14

pares de ramas primarias pero está en relación con el buen suministro de energía solar, agua y la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de las plántulas.

Estos resultados de un buen desarrollo de los plantines de café aplicados con compost de coca podrían darse según a Apaza (2014), donde realizó un análisis físico químico del compost de coca en el centro Experimental de Kallutaca, indicando que el compost de coca en el sustrato incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio en la planta, mejora el pH y la materia orgánica del sustrato

3.3. Diámetro tallo de la planta del café

Cuadro 4. Análisis de varianza diámetro tallo de los plantines de café

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Variedad	1.97	3	0.66	13.96	0.0003**
Error	0.57	12	0.05		
Total	2.54	15			
C.V.%	7.58				

** = Altamente significativo

El análisis de varianza Cuadro 4 realizado sobre la variable diámetro de tallo en los plantines de café en dos variedades Catuai rojo y Coipsa, los resultados determinaron que a nivel estadístico muestran diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, concluyendo que a nivel de diámetro de tallo de los plantines una de las dos variedades mostró superioridad en el desarrollo con la aplicación de compost de coca en el sustrato. El coeficiente de variación es de 7.58 %, el cual indica que los datos evaluados están dentro de los parámetros estadísticos de aceptación (< 30%) y se puede deducir que el manejo de las unidades experimentales fue aceptable en la variable diámetro de tallo.

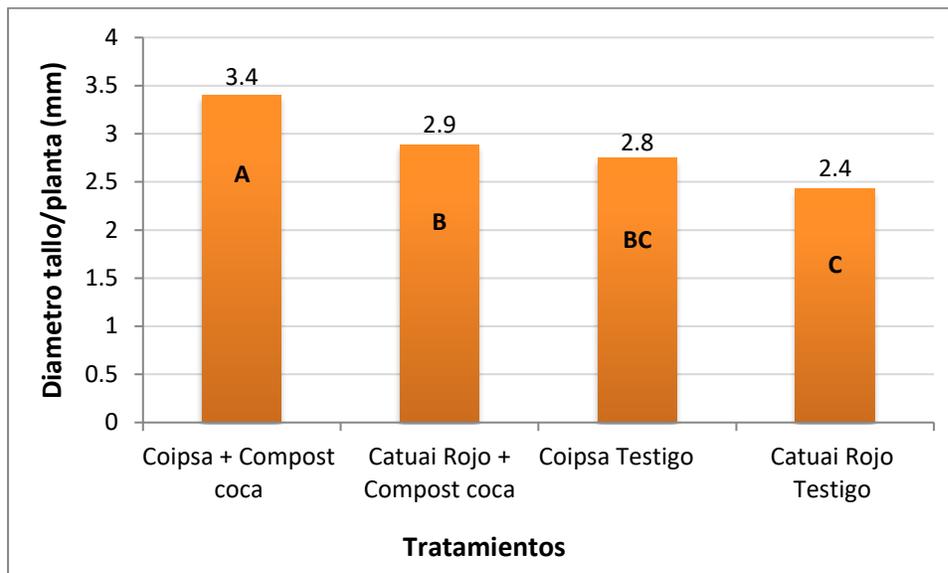


Figura 13. Duncan diámetro tallo de la planta de café

En la Figura 13, prueba de comparación de medias, se puede observar el diámetro tallo de las plántulas de café durante los 4 meses de evaluación después del repique: se observa un desarrollo del diámetro mayor en el tratamiento variedad Coipsa aplicado con compost de coca en el sustrato donde mostró 3.4 mm, seguido de la variedad Catui Rojo más compost de coca con 2.9 mm, este tratamiento no mostró diferencia estadística en comparación al testigo sin aplicación en la variedad Coipsa con 2.8 mm de diámetro y con el menor desarrollo presentó la variedad Catuai rojo sin aplicación de compost de coca con 2.4 mm de diámetro promedio por planta

Estos resultados muestran que el efecto del compost de coca aplicada en el sustrato causa un desarrollo positivo del diámetro del tallo en las plántulas de café en las dos variedades Catuai rojo y Coipsa, siendo superiores a los testigos sin aplicación.

Mamani (2015), en su investigación titulada "Efecto de la dosificación de compost de coca en el comportamiento de post repique de *kiswara* (*buddleja coriácea*) en el vivero forestal de Kallutaca encontró resultados significativos estadísticamente en el desarrollo del diámetro tallo en plántulas de *Kiswara* a los 150 días después de repique, donde el tratamiento T4 (25% compost de coca/ por maceta) desarrollo 4.5 mm siendo superior con el resto de los Tratamientos: T1 (100% compost) con 3 mm, T2 (75% compost) con 3 mm,

T5 (tierra del lugar) con 3.5 mm y T3 (50% compost) con 3.6 mm respectivamente. Según el mismo autor menciona que se debe a la disponibilidad de nutrientes que presenta el compost de coca como nitrógeno, fósforo y potasio que mayor parte son absorbidos por las plantas.

Al respecto Apaza (2014), indica que la disponibilidad de macronutrientes y micronutrientes depende estrechamente de las dosis que se empleen en la mezcla del sustrato en vivero, esto debido que los nutrientes favorecen en el crecimiento de la planta.

3.4. Longitud de la raíz de la planta de café

Cuadro 5. Anva para la longitud en los plantines de café

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Variedad	42.85	3	14.28	7.44	0.0045
Error	23.05	12	1.92		
Total	65.9	15			
C.V. %	9.29				

** = Altamente significativo

En el análisis de varianza cuadro 5 para el desarrollo de la longitud de la raíz en los plantines de café en las dos variedades Catuai rojo y Coipsa a los 120 días (4 meses), producidos con compost de coca muestra que existe diferencia estadística altamente significativa, lo que demuestra que los sustratos utilizados en la producción de plantines de café mediante el compost de coca, causa algún efecto en el desarrollo longitudinal de la raíz de los mismos. Los datos de esta variable presentan un coeficiente de variación de 9.29 % que se encuentra dentro el rango permitido estadísticamente.

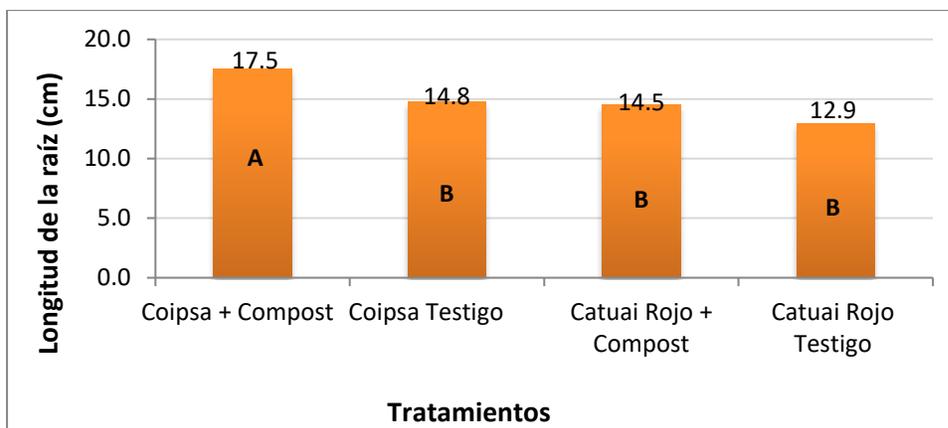


Figura 14. Prueba de medias Duncan longitud de la raíz.

De acuerdo a la prueba de comparación de medias Duncan (Figura 14), se muestra que existen diferencias significativas en longitud de raíz entre el tratamiento Variedad Coipsa + compost de coca con 17.5 cm de longitud en la raíz los plantines, frente a los demás tratamientos, en cambio los tratamientos Coisa testigo, Catuai rojo + compost de coca y Catuai rojo testigo no mostraron diferencia estadística entre los tres donde obtuvieron los promedios menos desarrollo en la longitud de la raíz en los plantines con 14.8, 14.5 y 12, 9 cm de longitud.

Esta diferencia de resultados se puede demostrar, que al usar compost de coca en 20 g por maceta más tierra del lugar en el tratamiento variedad Coipsa presenta un mayor desarrollo de la raíz y diámetro del tallo debido a la presencia de materia orgánica proporcionando macronutrientes y micronutrientes apropiados en el sustrato por parte del compost de coca, lo cual es absorbido por vía radicular y llegando a realizarle un buen desarrollo de longitud de raíz. Por otro lado Goitia (2013), demostró que las plantas que crecían a pleno sol desarrollaban raíces pivotantes y relación raíz tallo que es aumentada por altas intensidad de luz, permitiendo la sobrevivencia de especies que alcanzaban rápidamente las capas húmedas más profundas del suelo.

3.4.1. Porcentaje de sobrevivencia de los plantines de café

Cuadro 6. Análisis Anva porcentaje de sobrevivencia en los plantines

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Variedad	104.69	3	34.9	1.81	0.1988 ns
Error	231.25	12	19.27		
Total	335.94	15			
C.V. %	4.55				

ns: no significativo

Los valores en porcentaje de prendimientos al ser evaluados por el análisis de varianza Cuadro 6 reportaron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados con compost de coca en el sustrato y los testigos sin aplicación, lo cual muestra la homogeneidad de las condiciones del medio donde se realizó la evaluación del experimento.

El coeficiente de variación fue de 4.55 %, lo cual indica que los datos evaluados están dentro de los parámetros estadísticos de aceptación (< 30%) y se puede señalar que manejo de las unidades experimentales fue realizada en forma adecuada.

Por su parte Gavilán (2013), indica que los materiales orgánicos como son los compost presentan una elevada de capacidad de intercambio catiónico y una capacidad tampón frente a cambios rápidos en la disponibilidad de los nutrientes. Así mismo, explica una capacidad de intercambio catiónico elevada que constituye un depósito de reserva para los nutrientes.

3.5. Beneficio costo

Cuadro 7. Relación beneficio costo por tratamiento

TRATAMIENTO	PRODUCCION 1000 PLANTINES POR TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE MORTANDAD	PRODUCCION NETA	PRECIO UNIDAD (Bs/Planta)	Beneficio Bruto (Bs/Tratamiento)	Costo de Producción (Bs)/1000 plantas	Beneficio Neto (Bs)	B/C (Bs)
Variedad Coipsa + Compost de coca	1000	1.24	998.76	2.5	2496.9	1326.15	1170.8	1.88
Variedad Catuai + Compost de coca	1000	7.5	992.5	2	1985.0	1273.65	711.4	1.56
Variedad Coipsa sin aplicación	1000	1.25	998.75	2.5	2496.9	1294.65	1202.2	1.93
Variedad Catuai sin aplicación	1000	3.75	996.25	1.5	1494.4	1242.15	252.2	1.20

La relación beneficio costo realizado por cada tratamiento en la producción de plantines de café en dos variedades aplicados con compost de coca en el sustrato Cuadro 7 muestra que tratamiento variedad Coipsa sin la aplicación de compost de coca, obtuvo un mayor retorno económico en cuanto a ingresos de 1.93 lo que hace referencia que por cada boliviano invertido se gana 0.93 centavos, seguido del tratamiento Variedad Coipsa mas compost de coca con un beneficio costo de 1.88 y en tratamiento variedad Catuai sin aplicación el B/C es 1.20 siendo el tratamiento con menor retorno.

4. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- Los mejores efectos respecto al crecimiento y desarrollo de los plantines de café se registraron en los tratamientos Variedad Catuai + compost de coca con 29.2 cm y Variedad Coipsa + compost de coca con 25.2 cm, fueron plantines con mayores valores en altura en comparación al testigo sin la aplicación de compost de coca.
- Se determinó que el tratamiento: Variedad Coipsa + 20 g compost de coca aplicados por maceta, obtuvo el mejor promedio en las características en desarrollo y crecimiento de los plantines ya que se incrementó mayor promedio en número de hojas y diámetro tallo por planta en comparación a los otros tratamientos, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula planteada ya que la aplicación de compost de coca en el sustrato si causa efecto en el desarrollo y crecimiento de los platines de café en las dos variedades.
- En cuanto a la identificación del mejor tratamiento en estudio la variable longitud de raíces por plantines de café a los 120 días, se determinó que se obtuvo mejores promedios con el: tratamiento Variedad Catui + 20 g de compost de coca con un valor de 17.5 cm, seguido del testigo sin aplicación de compost de coca variedad Coipsa con 14.8 cm.
- En base al tercer objetivo específico análisis económico, según los costos totales por cada tratamiento fueron; Variedad Coipsa sin la aplicación de compost de coca, obtuvo un mayor retorno económico de 1.93 bs, seguido del tratamiento Variedad Coipsa + compost de coca con un beneficio costo de 1.88 bs y en tratamiento variedad Catuai sin aplicación fue de 1.20 siendo el tratamiento con menor retorno.

5. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Para los productores y viveristas de la zona o Municipio de Caranavi se les recomienda utilizar 20 g de compost coca por maceta de planta en vivero, debido a que presentan las mejores características de crecimiento y desarrollo en las plántulas de café en las dos variedades Catuai y Coipsa.
- Seguir investigando el efecto del compost de coca en los sustratos en diferentes niveles y zonas, utilizando sustratos preparados con materiales propios de cada sector en la producción de plantines de café en vivero.
- Realizar investigaciones con diferentes tipos de sustratos mezclados con compost de coca para la producción de plántulas de café en más variedades comerciales de la zona, y así definir más alternativas para el desarrollo de las plantas de café en el vivero.
- Se recomienda realizar estudios con la aplicación de diferentes niveles de compost de coca en plantines de café en campo definitivo para determinar el comportamiento agronómico del cultivo de café y el impacto que estos producen en la planta.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, C, E; Alvarado, C, I; Martínez, A, F; Galdámez, J; Gutiérrez, M, A. & Morales, C, J. 2016. Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. 89p.
- Alejo, P.A. y Reyes, C.R. 2020. Evaluación de sustratos y tipos de recipiente en el crecimiento de plántulas de café arábigo, en condiciones de vivero. Universidad Nacional de Loja. Área agropecuaria y de recursos naturales renovables. Carrera de Ingeniería Agronómica. Ecuador. 109p.
- Alcívar I. 2012. Efectos de diferentes tipos y volúmenes de sustratos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café arábigo a nivel de vivero. Proyecto previo a la obtención de título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. 89p.
- Ambuila, CH; Córdoba, C. y Eduard, E. 2022. Efecto del abono a base de hoja de coca en *Pisum sativum* L. en el Cauca, Colombia. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. 120p.
- Anacafe (Asociación Nacional del Café, Guatemala). 2020. Guía de variedades de café. Tercera edición. 55p.
- Anacafe. (Asociación Nacional del Café, Guatemala). 2023. Situación actual de los precios internacionales del mercado de café, Guatemala. 66p.
- Apaza, E. 2014. Efecto de la Incorporación de tres activadores biológicos en el proceso de compostaje de residuos de hoja de coca en el Centro Experimental Kallutaca. Tesis de Grado. Universidad Pública de El Alto. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia.
- Astigarra, A. 2017. Libro. ¿Cómo afecta el clima en la producción del café? Colombia. 78p.
- Arizaleta, M. & Pire R. 2015. Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. Agrocencia v.42 n.1. Versión impresa ISSN 1405-3195 122p.

- Arcila P., Farfán V., Moreno B., Salazar G., & Hincapié, G. 2017 b. Sistemas de producción de café en Colombia. p 309. Cap. 3: Crecimiento y desarrollo de la planta de café. CENICAFÉ. 40 p.
- Barrientos, R. 2011. Cultivo del Café – Manual para las escuelas de campo. 1 ed. Liliana Ríos Vargas. La Paz - Bolivia. 70 p.
- Bobillea, H; Fustec, J; Robins,J.; Cukierb, C; Limami, M. 2019. Effect of water availability on changes in root amino acids and associated rhizosphere on root exudation of amino acids in *Pisum sativum* L. *Phytochemistry*, v. 61, 2019, p. 75-85.
- Blandón J. 2018. Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria: Zamorano. Honduras. 26 p.
- Canet, B. 2016. Cultivo del café. Implementan investigación sobre “ojo de gallo”. Boletín PROMECAFE no. 94. p. 2-3.
- Cañas, M, P. 2014. Análisis de los factores que inciden en la producción de café en Ecuador 2000-2011. Quito. 67p.
- Carbajal, R. 2018. Efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en Chanchamayo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Perú: UNDAC.
- Carita, E. 2014. Biotransformación de residuos de hoja de coca (*Erythroxylum coca*) mediante vermicompostaje en el Centro Experimental de Kallutaca. Tesis de Grado. Universidad Pública de El Alto. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz Bolivia.
- Castro, A. y Laguna, T. 2018. Evaluación de tres niveles de fertilización edáfica y comportamiento agronómico del cultivo de café (*Coffea arabica*) Lempira en vivero en la finca Buena Vista, II semestre 2017. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Matagalpa: UNAN.
- Castro, S. 2016. Comportamiento en vivero de seis variedades de café injertadas Centro Nacional de Investigaciones del Café.

- CENICAFE. 2018. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Manejo integrado de plagas del cafeto. Perú.
- Castellón J., Muschler R., & Jiménez F., 2017. Abonos orgánicos: efecto de sombra en almácigos de café. Revista Agroforestería de las Américas Vol.7 N°26 2000.
- Cenicafe, 2019. Centro Nacional de Investigaciones de café. Cenicafé. Chinchiná. Colombia. Germinadores y almácigos de café. Boletín de Extensión No. 65:1-24. 1989.
- Cicafe. 2011. Centro de Investigación en Café. Guía técnica para el cultivo del café. Obtenido de Instituto del Café de Costa Rica, Centro de investigaciones en Café.
- Condori, W. 2020. Comportamiento agronómico de nueve cultivares de café (*Coffea arabica* L.) en vivero con tres tipos de sustratos en Chijchipani, Caranavi- La Paz. Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia: UMSA.
- Cuba, N. 2007. Manual para el cultivo de café en los Yungas. La Paz, Bolivia
- Duicela, L. 2014. Guía Técnica para la Producción y Pos cosecha del Café Robusta. COFENAC. 85 p.
- CNCB (Concejo nacional del café Boliviano). 2024. Decimo torneo nacional taza de calidad café presidencial. Diciembre 2024. Ministerio de Relaciones Exteriores. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras.
- Encalada, M; Fernández, P; Jumbo, N; Alejo, A. y Reyes, L. 2018. Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. variedad caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes.
- Fernández, F. 2017. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo del cultivo de café robusta (*Coffea canephora* P.). Ecuador, Ecuador: INIAP.
- Flores, F. 2015. La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo, 4(7), 174p.

- FNC. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia). 2010. El árbol y el entorno del cultivo de café. Consultado el 25 de Junio de 2024. Disponible en: <http://www.cafedecolombia.com>.
- García, E. 2020. Incidencia de Tres Sustratos en la Germinación de Café (*Coffea arabica* L.) Variedad Caturra, a Diferentes Alturas en Rosario de Chingama 52 - Bellavista – Jaén – Cajamarca. Universidad Nacional de Jaén. Perú: UNJ
- Gavilán, U. M. 2013. Tratado de cultivo sin suelo Madrid, España, ediciones Mundi – Prensa. 903 p.
- Gómez, O. 2015. Guía para la innovación para la caficultura de lo convencional a lo orgánico. San Salvador - El Salvador: Impresiones.
- Goitia, I. 2013. Manual de práctica de Dasonomía y Silvicultura, La Paz, Bolivia.
- IBCE. (Instituto Boliviano de Comercio Exterior). 2024. Boletín Electrónico con información económica de Bolivia y el mundo. Boletín CIFRAS "Bolivia: Exportaciones de café". Edición N° 1.228.
- ICO. (Internatinal Coffe Organization). 2024 Informe del Mercado Mundial del café, noviembre 2024, Londres.
- Majeed, A; Muhammad, Z; Siyar, S. 2019. Efecto del abono descompuesto a base de hoja de coca en dos variedades de café en Colombia. Acta Ecologica Sinica, v. 39, 2019, p. 284–288.
- Mamani, M. L. 2015. Efecto de la dosificación de compost de coca en el comportamiento de post repique de kiswara (*Buddleja coriácea*) en el vivero forestal de kallutaca. Universidad Pública de El Alto. La Paz – Bolivia. 91p.
- Matta, F.; Rodríguez, N. 2019. Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del neotrópico: una visión agronómica y ecofisiológica. Agronomía Colombiana 25(1): 113-123, 2019.
- Mendoza, F. 2007. Adolfo. Manual de contabilidad Agrícola- Ganadera. Importancia de la contabilidad en el sector agrícola y ganadero. 50p.

- Medina, 2019. Morfología del cafeto. Obtenido de https://academic.uprm.edu/mmonroig/htmlobj-1858/Morfologia_cafeto2.pdf.
- Mendoza, R. y Romero, S. 2024. Monitoreo y evaluación de las características físicas y sensoriales del cultivo de café Variedad Coipsa. San Pablo Caranavi.).
- Mérida, Y. 2018. Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. Cuenca.
- MDRyT. (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras). 2024. Producción de café en Bolivia.
- Monroig, M. 2018. Manual para la propagación del Cafeto. En Universidad de Puerto Rico. http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1798/Manual_propag_cafe_2.pdf
- López A, R.; Gallo C, A. 2017. Costos de producción de germinadores de café. Avances Técnicos Cenicafé. 48p.
- PTDI. 2021-2025. Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien. Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi. La Paz Bolivia 87p.
- Ochoa, T.R . 2009. Diseños Experimentales. 1ed. La Paz, Bolivia. 2009; 51-71 p.
- ONU. (Organización de las Naciones Unidas). 2024. Los 10 principales países productores de café del 2024.
- Oirsa. 2015. Buenas prácticas de cultivo en café orgánico (para productores). <https://basesdedatos.utmachala.edu.ec:2201/es/lc/utmachala/titulos/35146?prev=b>
f
- Ormeño, M. A.; García, R.; Garnica, J. C., & Ovalle, A. 2017. Manejo agroecológico del cultivo de café.
- Reyes y Tinoco. 2016. Producción de viveros de café en “tubetes” o “conos maceteros”. Boletín técnico. PROCAFE, Nueva San Salvador. El Salvador. 8 p.
- Rojas, J. R. 2011. Guía Técnica para el cultivo de café. Barba. Obtenido de <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIATECNICAV10>. Pdf.

- Romero A., Jiménez F. & Muschler R., 2018. Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*. *Agroforestería de las Américas* 26, 37- 39p.
- Soliva M. 2021. Compostaje y gestión de residuos orgánicos. *Estudios y Monografías*,. Servicio de Medio Ambiente de la Diputación de Barcelona. 111 p.
- USDA. 2024. Noticias del café. *Revista*. Aumento en la producción y el consumo mundial de café en 2024/25. 20p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Ordenado de las macetas de café de acuerdo al diseño experimental**Anexo 2. Desarrollo final de los plantines al terminar la investigación**

Anexo 3. Toma de datos de la altura de la planta del café



Anexo 4. Desarrollo de la longitud de la raíz en los plantines



Anexo 5. Registro de datos en campo según las variables planteadas

TRATAMIENTOS		REPETICION	UNIDADES DE MUESTREO (Altura planta del café cm)									
ABONO	VARIEDAD	REPETICION	Plat 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5	Plat 6	Plt 7	Plt 8	Plt 9	Plat 10
compost Coca	Catuai R.	Repetición 1	29.5	27.6	0	30.5	28.5	29.6	29.7	31.7	29	27.4
compost Coca	Catuai R.	Repetición 2	26.3	0	29.7	29.2	27	30	29.3	27.9	30	0
compost Coca	Catuai R.	Repetición 3	28.4	29	31	38.2	26.5	29.4	25.3	28.9	30.5	29.8
compost Coca	Catuai R.	Repetición 4	29.2	26	28.3	27	0	32.5	0	30.5	29	0
compost Coca	Coipsa	Repetición 1	28.3	28.3	30.5	28.5	30.2	29	28.5	28	28.5	30
compost Coca	Coipsa	Repetición 2	29	0	28.1	32.8	29.2	29.5	30	28.2	27.6	23
compost Coca	Coipsa	Repetición 3	30	30.2	28	27	30.4	27	26.5	29	28	27
compost Coca	Coipsa	Repetición 4	29.2	28	29.3	33	29.8	24	30	22.5	25.5	29.6
Testigo	Catuai R.	Repetición 1	22.1	23	18.5	19.2	22.1	25	17.5	18.5	19.4	25
Testigo	Catuai R.	Repetición 2	23	24	0	20	18	16.5	17	20	18	23
Testigo	Catuai R.	Repetición 3	23	0	22	23.5	24	0	21	23	21	23.5
Testigo	Catuai R.	Repetición 4	20.2	18	19.3	17	19.4	18	18	19.3	17.6	19.2
Testigo	Coipsa	Repetición 1	21	23	19	21	22	20.5	19	21	19	20
Testigo	Coipsa	Repetición 2	25	22.1	21.4	20.2	25	20.4	24	24.5	19.3	20.2
Testigo	Coipsa	Repetición 3	20	0	22.5	20	20.5	27.4	21	21	22	20.5
Testigo	Coipsa	Repetición 4	20	22	17.5	24.2	21	22	23.7	23.5	20	26.1

TRATAMIENTOS		REPETICION	UNIDADES DE MUESTREO (Diámetro tallo de la planta mm)									
ABONO	VARIEDAD	REPETICION	Plt 1	Plt 2	Plt 3	Plt 4	Plt 5	Plt 6	Plt 7	Plt 8	Plt 9	Plt 10
compost Coca	Catuai Rojo	Repetición 1	2.8	3	0	2.6	2.8	2.5	2.1	3	2.5	2.9
compost Coca	Catuai Rojo	Repetición 2	3.5	0	2.5	3	3.5	3.5	2.4	2.5	4	0
compost Coca	Catuai Rojo	Repetición 3	2	2.3	4	3	3.5	2.5	3	2.5	3	4
compost Coca	Catuai Rojo	Repetición 4	2.5	4.5	3.5	4	0	4	0	4.5	3	0
compost Coca	Coipsa	Repetición 1	2.5	4.5	3.5	3.5	4	3.5	4	4.5	3	2.5

compost Coca	Coipsa	Repetición 2	4	0	2.8	2.5	3	2.5	3	4	3.5	2.5
compost Coca	Coipsa	Repetición 3	3	4.5	4.5	2.5	3	3	2.5	4.5	3.5	2.5
compost Coca	Coipsa	Repetición 4	4	3.5	4.5	4	3.5	3	2.5	3	3	4
Testigo	Catuai Rojo	Repetición 1	2.8	2.5	3	2.5	2.2	2	2.5	2.5	2.5	2.1
Testigo	Catuai Rojo	Repetición 2	2	3	0	2.6	3	2.9	2.7	2.5	2	2.5
Testigo	Catuai Rojo	Repetición 3	2.5	0	3.5	3.5	2.5	0	3.5	2.5	3	2.5
Testigo	Catuai Rojo	Repetición 4	2.5	2	4	2.5	2.6	2.2	2	2.5	2.4	2.5
Testigo	Coipsa	Repetición 1	2.5	2.5	3	3.5	2.5	2	3	2.9	2	3
Testigo	Coipsa	Repetición 2	2.9	3	2.8	3	2.6	2.9	2.7	2.5	2.2	2.8
Testigo	Coipsa	Repetición 3	2.5	0	2.9	2.5	2.3	3	2.2	3.5	2.6	2.7
Testigo	Coipsa	Repetición 4	2.8	3	2.9	2.5	3	3	3	2.9	2.5	3

TRATAMIENTOS		REPETICION	UNIDADES DE MUESTREO (Nro. hojas por planta)									
ABONO	VARIEDAD	REPETICION	Plt 1	Plt 2	Plt3	Plt 4	Plt5	Plt 6	Plt 7	Plt 8	Plt 9	Plt 10
compost Coca	Catuai Rojo	Repetición 1	10	7	0	10	7	8	8	7	7	9
compost Coca	Catuai Rojo	Repetición 2	8	0	7	7	8	9	8	7	8	0
compost Coca	Catuai Rojo	Repetición 3	9	8	10	6	7	7	7	8	7	7
compost Coca	Catuai Rojo	Repetición 4	7	8	9	7	0	9	0	10	9	0
compost Coca	Coipsa	Repetición 1	8	8	8	7	9	10	6	8	8	11
compost Coca	Coipsa	Repetición 2	11	0	8	6	7	9	6	11	7	10
compost Coca	Coipsa	Repetición 3	6	8	9	8	7	10	9	10	7	7
compost Coca	Coipsa	Repetición 4	7	8	7	8	10	11	8	8	11	9
Testigo	Catuai Rojo	Repetición 1	6	7	8	6	7	6	6	7	7	5
Testigo	Catuai Rojo	Repetición 2	6	5	0	7	4	6	6	4	7	8
Testigo	Catuai Rojo	Repetición 3	7	0	8	7	8	0	5	5	6	5

Testigo	Catuai Rojo	Repetición 4	9	7	7	6	6	8	6	8	7	6
Testigo	Coipsa	Repetición 1	7	7	5	8	7	6	7	6	8	8
Testigo	Coipsa	Repetición 2	8	7	8	8	8	6	6	6	5	6
Testigo	Coipsa	Repetición 3	5	0	6	6	8	9	7	8	7	8
Testigo	Coipsa	Repetición 4	6	7	5	5	6	5	7	8	6	7

TRATAMIENTOS		REPETICION	UNIDADES DE MUESTREO (Longitud de la raíz cm)									
ABONO	VARIEDAD	REPETICION	Plt 1	Plt 2	Plta 3	Plt 4	Plt 5	Plta 6	Plt 7	Plt 8	Plt 9	Plt 10
compost Coca	Catuai Rojo	Repeticion 1	18.5	18	0	15.5	16.4	16.4	16.2	16.7	18.1	17.2
compost Coca	Catuai Rojo	Repeticion 2	17.2	0	17.6	16.9	18	17.5	17	19	16.2	0
compost Coca	Catuai Rojo	Repeticion 3	18	17.2	16	15.8	17.3	16.9	16.3	17.4	16	18.2
compost Coca	Catuai Rojo	Repeticion 4	16.6	16	18.2	17	0	16.7	0	17.7	17.2	0
compost Coca	Coipsa	Repeticion 1	19.2	18.3	17.4	19	16.8	18.1	16.3	15.9	16.7	18
compost Coca	Coipsa	Repeticion 2	18	0	17.7	18.7	19.4	17	18.7	17.5	17.6	19.3
compost Coca	Coipsa	Repeticion 3	17	18.2	16.3	17.9	16	19	16.9	18.9	19.4	17.9
compost Coca	Coipsa	Repeticion 4	16.6	19.2	18.4	16.8	17.8	18.4	17.8	19.2	18.7	18
Testigo	Catuai Rojo	Repeticion 1	15.6	17.1	14.4	12.7	16.3	15.6	13.6	15.2	13.1	13
Testigo	Catuai Rojo	Repeticion 2	12	16.2	0	15.1	12.3	12	14.2	13.2	14.4	14.1
Testigo	Catuai Rojo	Repeticion 3	15	0	14.7	16.8	11.4	0	12.2	14.8	13.2	15.2
Testigo	Catuai Rojo	Repeticion 4	15	14.2	13.6	14.6	10.9	11.8	11	14.4	13.7	14.2
Testigo	Coipsa	Repeticion 1	16.6	14.7	13.8	15.3	14	17	15	14.2	13.4	15.2
Testigo	Coipsa	Repeticion 2	17.6	15.4	13	15.8	13	15.3	14.7	15.3	13.4	13.2
Testigo	Coipsa	Repeticion 3	18.1	0	15.2	12.9	15.2	16.7	13.8	15.8	15.7	14.5
Testigo	Coipsa	Repeticion 4	16.6	15.2	16.4	13.2	16.7	14.9	16.1	16.1	17	13.5

Anexo 6. Datos estadísticos de Anva y Duncan realizado en el infostad

Datos Altura /Planta (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Al/Planta	16	0.92	0.90	7.66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	400.23	3	133.41	45.35	<0.0001
VARIEDAD	400.23	3	133.41	45.35	<0.0001
Error	35.31	12	2.94		
Total	435.54	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
Catuai Rojo + Compost	29.15	4	0.86
Coipsa + Compost	25.23	4	0.86
Coipsa Testigo	17.90	4	0.86
Catuai Rojo Testigo	17.28	4	0.86

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Datos Nro. Hojas por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nro Hojas	16	0.67	0.59	10.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13.25	3	4.42	8.15	0.0032
VARIEDAD	13.25	3	4.42	8.15	0.0032
Error	6.50	12	0.54		
Total	19.75	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
Coipsa + Compost	8.25	4	0.37
Catuai Rojo + Compost	7.75	4	0.37
Coipsa Testigo	6.50	4	0.37
Catuai Rojo Testigo	6.00	4	0.37

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Data Diametro/tallo de la planta (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
D/tallo	16	0.78	0.72	7.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.97	3	0.66	13.96	0.0003
VARIEDAD	1.97	3	0.66	13.96	0.0003
Error	0.57	12	0.05		

Total 2.54 15

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0471 gl: 12

VARIEDAD	Medias	n	E.E.		
Coipsa + Compost	3.40	4	0.11	A	
Catuai Rojo + Compost	2.88	4	0.11		B
Coipsa Testigo	2.75	4	0.11		B C
Catuai Rojo Testigo	2.43	4	0.11		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Dato Longitud/Raíz (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Lq/Raiz	16	0.65	0.56	9.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42.85	3	14.28	7.44	0.0045
VARIEDAD	42.85	3	14.28	7.44	0.0045
Error	23.05	12	1.92		
Total	65.90	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

VARIEDAD	Medias	n	E.E.		
Coipsa + Compost	17.48	4	0.69	A	
Coipsa Testigo	14.75	4	0.69		B
Catuai Rojo + Compost	14.50	4	0.69		B
Catuai Rojo Testigo	12.93	4	0.69		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% Supervivencia de los plantines

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Supervivencia	16	0.31	0.14	4.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	104.69	3	34.90	1.81	0.1988
VARIEDAD	104.69	3	34.90	1.81	0.1988
Error	231.25	12	19.27		
Total	335.94	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
Coipsa Testigo	98.75	4	2.19	A

Coipsa + Compost	98.75	4	2.19	A
Catuai Rojo Testigo	96.25	4	2.19	A
<u>Catuai Rojo + Compost</u>	<u>92.50</u>	<u>4</u>	<u>2.19</u>	<u>A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Costos de producción por tratamientos

DETALLE DE COSTO DE PRODUCCION DE PLANTINES TRATAMIENTO COMPOST DE COCA CON VARIEDAD COIPSA				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	VALOR TOTAL (Bs)
Herramientas de trabajo				
Azadón	Unidad	1	40	40
Carretilla	Unidad	1	100	100
Rastrillo	Unidad	1	20	20
Alambre tejido	Rollo	1	60	60
Machete	Unidad	1	30	30
Clavos	kilogramos	1	15	15
Mochila fumigadora	Unidad	1	100	100
Malla Raschel	M2	10	3.5	35
Martillo	Unidad	1	20	20
Semillas de café variedad Coipsa	kilogramos	0.25	300	75
Insectisida	Global	1	100	100
Sustrato local	M3	2	85	170
Compost de coca	kilogramos	6	10	60
Bolsas de repique	Unidad	100	0.18	18
Embolsado del sustrato	Jornal	2	60	120
Riego	Jornal	6	30	180
Deshierbe	Jornal	2	30	60
Fumigado	Jornal	2	30	60
Total costos de producción de plantines de palta injertados				1263
Costo adicional (CA) (5%)				63.15
COSTO TOTAL DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO				1326.15

DETALLE DE COSTO DE PRODUCCION DE PLANTINES TRATAMIENTO COMPOS DE COCA MAS VARIEDAD CATUAI				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	VALOR TOTAL (Bs)
Herramientas de trabajo				
Azadón	Unidad	1	40	40
Carretilla	Unidad	1	100	100
Rastrillo	Unidad	1	20	20
Alambre tejido	Rollo	1	60	60
Machete	Unidad	1	30	30
Clavos	kilogramos	1	15	15
Mochila fumigadora	Unidad	1	100	100
Malla Raschel	M2	10	3.5	35
Martillo	Unidad	1	20	20
Semillas de café variedad Catuai	kilogramos	0.5	50	25
Insectisida	Global	1	100	100
Sustrato local	M3	2	85	170
Compost de coca	kilogramos	6	10	60
Bolsas de repique	Unidad	100	0.18	18
Embolsado del sustrato	Jornal	2	60	120
Riego	Jornal	6	30	180
Deshierbe	Jornal	2	30	60
Fumigado	Jornal	2	30	60
Total costos de producción de plantines de palta injertados				1213
Costo adicional (CA) (5%)				60.65
COSTO TOTAL DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO				1273.65

DETALLE DE COSTO DE PRODUCCION DE PLANTINES TRATAMIENTO VARIEDAD COIPSA SIN APLICACIÓN O TESTIGO				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	VALOR TOTAL (Bs)
Herramientas de trabajo				
Azadón	Unidad	1	40	40
Carretilla	Unidad	1	100	100
Rastrillo	Unidad	1	20	20
Alambre tejido	Rollo	1	60	60
Machete	Unidad	1	30	30
Clavos	kilogramos	1	15	15
Mochila fumigadora	Unidad	1	100	100
Malla Raschel	M2	10	3.5	35
Martillo	Unidad	1	20	20
Semillas de café variedad Coipsa	kilogramos	0.25	300	75
Insectisida	Global	1	100	100
Sustrato local	M3	2	85	170
abono natural	kilogramos	6	5	30
Bolsas de repique	Unidad	100	0.18	18
Embolsado del sustrato	Jornal	2	60	120
Riego	Jornal	6	30	180
Deshierbe	Jornal	2	30	60
Fumigado	Jornal	2	30	60
Total costos de producción de plantines de palta injertados				1233
Costo adicional (CA) (5%)				61.65
COSTO TOTAL DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO				1294.65

DETALLE DE COSTO DE PRODUCCION DE PLANTINES TRATAMINETO VARIEDAD CATUAI SIN COMPOST DE COCA O TESTIGO				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	VALOR TOTAL (Bs)
Herramientas de trabajo				
Azadón	Unidad	1	40	40
Carretilla	Unidad	1	100	100
Rastrillo	Unidad	1	20	20
Alambre tejido	Rollo	1	60	60
Machete	Unidad	1	30	30
Clavos	kilogramos	1	15	15
Mochila fumigadora	Unidad	1	100	100
Malla Raschel	M2	10	3.5	35
Martillo	Unidad	1	20	20
Semillas de café variedad Catuai	kilogramos	0.5	50	25
Insectisida	Global	1	100	100
Sustrato local	M3	2	85	170
Abono natural	kilogramos	6	5	30
Bolsas de repique	Unidad	100	0.18	18
Embolsado del sustrato	Jornal	2	60	120
Riego	Jornal	6	30	180
Deshierbe	Jornal	2	30	60
Fumigado	Jornal	2	30	60
Total costos de producción de plantines de palta injertados				1183
Costo adicional (CA) (5%)				59.15
COSTO TOTAL DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO				1242.15