

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DIRIGIDO

**EFFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTULAS DE CUATRO VARIEDADES
DE CAFÉ (*Coffea arábica*) CON LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS BAJO
AMBIENTE CONTROLADO EN EL MUNICIPIO DE COROICO**

DAVID GUZMAN VARGAS

LA PAZ – BOLIVIA

2021

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTULAS DE CUATRO VARIEDADES DE
CAFÉ (Coffea arábica) CON LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS BAJO AMBIENTE
CONTROLADO EN EL MUNICIPIO DE COROICO**

*Trabajo Dirigido presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

DAVID GUZMÁN VARGAS

Asesor:

Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado

Revisor (es):

Ing. Ramiro Augusto Mendoza Nogales

Ing. Freddy Antonio Cadena Miranda

Aprobado por:

Presidente Tribunal Examinador

LA PAZ, BOLIVIA

2021

DEDICATORIA

A mis padres Max Guzman Lopes Q.E.P.D. y Emilia Vargas Choque por la confianza, paciencia y dedicación que siempre depositaron en mí, por su inmenso amor, cariño, apoyo moral, económico y bellos consejos de vida.

A mi adorado hijo Carlos Alberto Guzman por ser mi fuente de inspiración a seguir adelante en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos:

En primer lugar quiero agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado y por darme la fuerza necesaria para llegar a alcanzar mis metas.

A mis queridos padres, que siempre me han apoyado en el transcurso de mi vida y mis estudios, por su apoyo constante hasta la finalización de este trabajo.

A la Universidad Mayor de San Andrés, en especial a las autoridades de la Facultad de Agronomía, así como al personal Docente y Administrativo que permitieron mi formación académica.

A mis asesores: Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado, por su valiosa asesoría y por darme la oportunidad de llevar a cabo esta investigación la cual nos permitió concluir satisfactoriamente uno de nuestros más grandes anhelos, además por el apoyo y el tiempo empleado en todos los momentos del desarrollo de la investigación.

Al tribunal revisor, Ing. Ramiro Augusto Mendoza Nogales y Ing. Freddy Antonio Cadena Miranda por la paciencia, desinteresada colaboración y acertadas como oportunas observaciones en el contexto del trabajo Dirigido.

Agradece al Gobierno Autónomo Municipal de Coroico, por haberme permitido utilizar la información para realizar el trabajo y además brindarme una fuente laboral.

Agradecer al programa PETAENG, a la cabeza de del Ing. Ph.D. José Yakov Arteaga García, por haberme brindado su apoyo, sugerencia e insistencia para la culminación del trabajo.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación.

¡¡¡Muchas Gracias!!!

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE TEMÁTICO	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	x
ABREVIATURAS EMPLEADAS	xi
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Generalidades	1
1.2.- Justificación	3
1.3.- Objetivos	3
1.3.1.- Objetivo general	3
1.3.2.- Objetivos específicos	4
1.3.3.- Metas	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1.- Contexto Normativo	5
2.2.- Marco Conceptual	6
2.1 .- Clasificación taxonómica	6
2.2 .- Descripción botánica	7
2.2.1.- Raíz	7
2.2.2.- Tallo	7
2.2.3.- Hoja	8
2.2.4.- Flores	8
2.2.5.- Frutos	9
2.2.6.- Semillas	10
2.3.- Principales variedades de café en los yungas	10
2.4.- Variedades	11
2.4.1.- Variedad Catuai	11
2.4.2.- Variedad Catimor	12

2.4.3.- Variedad Criollo o Typica.....	13
2.5.- Aspectos generales sobre el cultivo del café.....	14
2.5.1.- Altitud.....	14
2.5.2.- Precipitación	14
2.5.3.- Humedad relativa.....	14
2.5.4.- Suelo	15
2.5.5.- Temperatura	15
2.6.- Manejo a nivel de vivero.....	15
2.6.1.- Criterios para la obtención de semilla.....	15
2.6.2.- Germinador.....	18
2.6.3.- Fase de vivero	19
2.6.4.- Mezcla de sustrato para el vivero.....	19
2.6.5.- Trasplante o repique	20
2.7.- Micorrizas.....	21
2.7.1.- ¿qué son las micorrizas?	21
2.7.2.- Tipos de micorrizas.....	22
2.7.3.- Importancia de las micorrizas	23
2.7.4.- Aplicación de las micorrizas arbusculares	24
III. SECCION DIAGNOSTICA.....	26
3.1.- Materiales y Métodos.....	26
3.1.2.- Localización de la investigación	26
3.1.2.- Ubicación política	26
3.1.3.- Ubicación geográfica.....	26
3.2.- Descripción agroecológica de la zona.....	27
3.2.1.- Aspectos climáticos	27
3.2.2.- Suelo	27
3.2.3.- Vegetación.....	27
3.3.- Materiales.....	27
3.3.1.- Material de campo	28
3.3.2.- Material de gabinete	28
3.3.3.- Material genético	28

3.3.4.- Material inoculante e insumo	28
3.4.- Metodología.....	29
3.4.1.- Tipo de estudio	29
3.4.2.- Procedimiento.....	29
3.4.2.1.- Ubicación del terreno	29
3.4.2.2.- Obtención y selección de semillas	30
3.4.2.3.- Acondicionamiento de cajas germinadoras.....	30
3.4.2.4.- Almacigado.	31
3.4.2.5.- Preparación del sustrato.	32
3.4.2.6.- Repique y aplicación de las micorrizas	33
3.4.2.7.- Labores culturales.....	35
3.4.2.8.- Toma de datos	36
3.5. Metodología experimental	38
3.5.1. Factores de estudio (Variables independientes)	38
3.5.2.-Variables de Respuesta.....	38
a) Porcentaje de prendimiento tras el repique.....	38
b) Altura de las plántulas.....	38
c) Número de hojas.....	38
d) Área foliar de las plántulas	39
e) Longitud de la raíz.....	39
f) Relación beneficio y costo.....	39
3.5.3.- Diseño Experimental.....	39
3.5.4.- Modelo lineal.....	39
a) Universo.....	40
b) Unidad De Análisis.....	40
3.5.5.- Análisis Estadístico.....	42
a) Análisis de varianza (ANVA)	42

c) Análisis económico	42
IV. SECCION PROPOSITIVA	45
4.1.- Análisis del sustrato	45
4.2.- Variables agronómicas.....	45
4.3.- Porcentaje de prendimiento	45
4.3.- Altura planta	47
4.4.- Número de hojas	50
4.5.- Área foliar.....	53
4.6.- Longitud radicular.....	56
4.7.- Análisis económico.....	59
V. SECCION CONCLUSIVA.....	60
5.1.- Conclusiones específicas	60
5.2.- Conclusión general.....	61
VI. RECOMENDACIONES	62
6.1.- Recomendaciones Generales	62
VII. BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. - Clasificación taxonómica	6
Cuadro 2. - Comportamiento de variedades de café en la estación experimental de Coroico. Cosecha promedio de 5 años	11
Cuadro 3. - Detalle de tratamientos	29
Cuadro 4. - Análisis del sustrato con micorriza y testigo.....	45
Cuadro 5. - Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento	46
Cuadro 6. - Análisis de varianza para la variable altura planta en diferentes tiempos de evaluación.	47
Cuadro 7. - Análisis de varianza para variable número de hojas en diferentes tiempos de evaluación.	50
Cuadro 8. - Análisis de varianza para variable área foliar en diferentes tiempos de evaluación.	53
Cuadro 9. - Análisis de varianza para variable longitud radicular	56
Cuadro 10. - Relación beneficio y costo para la producción de 1536 plántulas de café.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. - Unidad experimental	40
Figura 2. - Distribución espacial de tratamientos, georreferenciada.....	41
Figura 3. - DUNCAN Porcentaje de prendimiento.....	46
Figura 4. - DUNCAN Altura planta-variedad.....	48
Figura 5. - DUNCAN Altura planta-aplicación de micorrizas	49
Figura 6. - DUNCAN Numero de hojas-variedad	51
Figura 7. - DUNCAN Numero de hojas-aplicación de micorrizas	52
Figura 8. - DUNCAN Área foliar-variedad	54
Figura 9. - DUNCAN área foliar-aplicación de micorrizas	55
Figura 10. - DUNCAN longitud de la raíz-variedades.....	57
Figura 11. - DUNCAN longitud de la raíz-aplicación de micorrizas	58

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. - Hoja	8
Fotografía 2.- Flor Del Café	9
Fotografía 3. - Fruto del café.....	10
Fotografía 4.- Catuaí amarillo	12
Fotografía 5.- Catuaí rojo	12
Fotografía 6.- Catimor	13
Fotografía 7.- Almácigos	19
Fotografía 8.- Sustrato para embolsado.....	20
Fotografía 9.- Trasplante del germinador a la bolsa.....	21
Fotografía 10.- Micorrizas arbusculares.....	22
Fotografía 11.- Ubicación de estudio	26
Fotografía 12.- Semillas	30
Fotografía 13.- Cajas germinadoras.....	31
Fotografía 14.- Almacigado de semillas en las cajas	31
Fotografía 15.- Preparación del sustrato.....	32
Fotografía 16.- Llenado y enfilado de macetas	33
Fotografía 17.- Inoculación de micorrizas a las plántulas	34
Fotografía 18.- Selección de plántulas en etapa mariposa	34
Fotografía 19.- Repique de plántulas de café	35
Fotografía 20.- Riego, desmalezado y control fitosanitario	36
Fotografía 21.- Evaluación de altura planta, número de hojas y área foliar	37
Fotografía 22.- Registro de longitud radicular	37

ABREVIATURAS EMPLEADAS

Msnm	Metros sobre el nivel del mar
G.A.M.C	Gobierno Autonomo Municipal de Coroico
F cal.	F calculada
Pr > F	Probabilidad mayor a F
CV	Coefficiente de variación
p	Potencial de
H	hidrogeniones
N	Nitrógeno
P	Fosforo
K	Potasio
Mg	Magnesi
Ca	o Calcio

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el vivero Municipal, ubicada en la comunidad de san Pedro de La Loma en el Municipio de Coroico. El objetivo fue evaluar la influencia en el desarrollo vegetativo con y sin la aplicación de micorrizas en cuatro variedades (Catuai rojo, Catuai amarillo, Catimor y Criolla) de café (*Coffea arabica*), el estudio se inició con el almacigado de semillas de café en el mes de septiembre, posteriormente se hizo el preparado de sustrato (3 partes de tierra vegetal, 2 partes de abono y 1 parte de arena), embolsado y enfilado de macetas para posterior repique, en la fase de repique se realizó el inoculado de micorrizas en la parte radicular por medio del remojo. Se tomaron datos desde agosto (2020) a febrero (2021).

Cada unidad experimental constó de 64 plántulas, las mismas que fueron distribuidas de acuerdo a un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial ya que se estudió: una variedad y la otra aplicación de micorriza, haciendo un total 8 tratamientos con 3 repeticiones, teniendo un universo de 1536 plantulas de café (*Coffea arabica*).

Las variables estudiadas fueron: porcentaje de prendimiento donde se obtuvo 96% con aplicación de micorrizas y sin la aplicación de micorrizas 94% de plantulas prendidas; altura planta las variedades de Catimor y Catuai rojo obtuvieron 24 cm de altura a los 150 días, pero con aplicación de micorrizas se obtuvo 26 cm y sin la aplicación de micorrizas 23 cm; número de hojas a los 150 días se obtuvo 5 pares de hojas en las variedades de Catimor, Catuai rojo y Criolla, con aplicación de micorrizas se obtuvo 5 pares de hojas y sin la aplicación de micorrizas 4 pares; área foliar a los 150 días el reporte más alto fue en la variedad de Catimor 69 cm^2 y Catuai rojo 65 cm^2 , con la aplicación de micorrizas se reportó 69 cm^2 y sin la aplicación de micorrizas 56 cm^2 ; longitud radicular a los 150 días se reportó 22 cm en las variedades de Catuai rojo y Catimor, con la aplicación de micorrizas resultó 22 cm de longitud y 20 cm sin la aplicación de micorrizas; análisis económico la variedad Catimor sin la aplicación de micorrizas llegó a ser la que tuvo mayor rentabilidad obteniendo Bs. 0,28 por cada boliviano invertido y Catimor con la aplicación de micorrizas obteniendo Bs. 0,08 por cada boliviano invertido

I. INTRODUCCIÓN

1.1. - Generalidades

El café tiene una gran importancia económica a nivel mundial, ya que sus semillas, tostadas, molidas y en infusión, constituyen la bebida no alcohólica más consumida actualmente. Su cultivo supone una actividad económica clave en muchos países en desarrollo, y se estima que su procesamiento y comercialización movilizan más de 70.000 millones de dólares al año y dan trabajo a más de 125 millones de personas. Los suministros comerciales de café provienen de más de una especie, pero es *Coffea arabica* (cafeto de Arabia) la que suministra la mayor cantidad y mejor calidad de semillas. (Rojo 2014).

El café es un producto de seguridad alimentaria, generación de empleos y contribuye a la diversidad ecológica, (FAO, 2012).

El café en Bolivia es uno de los productos agrícolas de mucha importancia socioeconómica, especialmente para la región de los Yungas de La Paz. Este cultivo genera sustento económico para 20000 familias aproximadamente (Cuba, 2007). Las provincias productoras de café son: Caranavi, Nor Yungas, Sud Yungas, Inquisivi y Franz Tamayo, que aportan el 96,40 % de la producción a nivel nacional (Instituto Nacional de Estadística, 2000). Por otro lado, Barrientos (2000), añade que el 90 % de la producción nacional de café les corresponde a las provincias de Nor, Sud Yungas y a Caranavi del departamento de La Paz.

Cuba (2007), señala que se han registrado 31500 Ha de café (año 1991) y se redujo a 26000 Ha (año 2004) por envejecimiento de los cafetales e incremento del cultivo de coca, lo que evidencia que los suelos de los Yungas tienden a degradarse por el uso intensivo de la coca.

En la región de los Yungas el café se cultiva tradicionalmente los pobladores no acostumbran a utilizar los germinadores, ni viveros para las plantaciones nuevas. Por lo general usan plántulas que germinaron en los mismos cafetales o huertos, los que

proviene de semillas que cayeron en las cosechas anteriores que en su mayoría son infestados por nemátodos (*Meloidogyne exigua*) y parásitos subterráneos que atacan a las raíces haciendo nodulaciones que perjudican la absorción de nutrientes. Por este motivo las plantas crecen débiles, forman raíces superficiales, tallos delgados y a lo largo del tiempo afecta en la productividad del cultivo, de ese modo plantas de mala calidad son introducidas a nuevas áreas de cultivo de café (Chuquimia, 2010).

Las micorrizas son hongos que viven en simbiosis estas se establecen en las raíces de las plantas, al hacer la simbiosis las micorrizas proveen a las plantas de sales minerales estas sales contienen: nitrógeno, fósforo y potasio. En cambio, las micorrizas reciben azúcares de las raíces. Las micorrizas tienen varias ventajas para las plantas: ayuda a la captación de nutrientes y micro elementos, mayor captación de agua, aumenta las defensas contra patógenos, mejora las condiciones fisiológicas de la planta.

Dado que las micorrizas son simbiotes la estrategia más adecuada consiste en lograr que la micorriza se introduzca en el vivero para así garantizar la supervivencia en el campo tras el trasplante.

1.2.- Justificación

El presente estudio se realizó con el fin de recomendar y generar mayor información a los agricultores dando una nueva propuesta para producir plantulas de café donde garantiza a los caficultores una producción de plántulas de buena calidad, sanas, vigorosas y con un desarrollo excelente, ya que en la zona no se produce plántulas de café de forma técnica, debido a la escasa información que tienen los agricultores sobre la propagación de plántulas (preparado de sustrato, etapa de repique, selección de plantulas y cuidados dentro el vivero), así también ellos desconocen los métodos ecológicos que existen; como la aplicación de las micorrizas, para que estos mediante la simbiosis con la parte radicular de las plantas, ayuden a desarrollar el sistema radicular y de esta forma las plántulas tengan un mejor crecimiento. Es importante, provechoso y conveniente para los productores de la zona tener nuevas plántulas de café de buena calidad, y de esta manera incentivar a otros agricultores a la producción de café.

1.3.- Objetivos

1.3.1.- Objetivo general

- Efecto en la Producción de Plantulas de Cuatro Variedades de café (*Coffea arábica*) con la aplicación de micorrizas bajo ambiente controlado en el Municipio de Coroico

1.3.2.- Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de prendimiento de las cuatro variedades de café (*Coffea arabica*) con y sin la aplicación de micorrizas.
- Evaluar el desarrollo foliar de las plántulas prendidas, con y sin la aplicación de micorrizas
- Comparar el desarrollo del sistema radicular según la longitud de la raíz en las cuatro variedades de café (*Coffea arabica*) con y sin aplicación de micorrizas.
- Realizar el análisis económico, a través de la relación Beneficio/Costo.

1.3.3. - Metas

Innovar la utilización de nuevas técnicas en la producción de plántulas de café, evaluando el porcentaje de prendimiento desarrollo foliar y radicular en las variedades de café evaluados con y sin aplicación de micorrizas

Incentivar la producción orgánica utilizando métodos ecológicos como la aplicación de las micorrizas, para que estos mediante la simbiosis con la parte radicular de las plantas, ayuden a desarrollar el sistema radicular y de esta forma las plántulas tengan un mejor crecimiento.

Generar mayor información a los agricultores dando una nueva propuesta para producir plántulas de café en relación al análisis económico del presente trabajo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Contexto Normativo

Según la Constitución Política del Estado Plurinacional, en su art. 16 párrafo I indica que: “Toda persona tiene derecho al agua y a la alimentación”, en el párrafo II señala que: “El estado tiene la obligación de garantizar la seguridad alimentaria, a través de una alimentación sana adecuada y suficiente para toda la población”. El Artículo 405 de la Constitución Política del Estado, determina que el desarrollo rural integral sustentable es parte fundamental de las políticas económicas del Estado, que priorizará sus acciones para el fomento de todos los emprendimientos económicos comunitarios y del conjunto de los actores rurales, con énfasis en la seguridad y en la soberanía alimentaria.

Que el Parágrafo II del Artículo 406 del Texto Constitucional, establece que el Estado promoverá y fortalecerá las organizaciones económicas productivas rurales, entre ellas a los artesanos, las cooperativas, las asociaciones de productores agropecuarios y manufactureros y las micro, pequeñas y medianas empresas comunitarias agropecuarias, que contribuyan al desarrollo económico social del país, de acuerdo a su identidad cultural y productiva.

Que el Artículo 16 de la Ley N° 144, de 26 de junio de 2011, de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria, señala que se fomentará un mejor y mayor rendimiento de la producción en el marco de la economía plural, a la producción tradicional, orgánica, ecológica, agropecuaria y forestal con destino al consumo interno que permita alcanzar la soberanía alimentaria así como la generación de excedentes, en el marco de los saberes, prácticas locales e innovación tecnológica en base a las formas de producción familiar, comunitaria, asociativa y cooperativa.

La Ley 1333 de Medio Ambiente en su art. 67 indica “Las instituciones de investigación agropecuaria encargadas de la generación y transferencia de tecnologías, deberán

orientar sus actividades a objeto de elevar los índices de productividad a largo plazo”

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, en el marco de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, traza el Plan Nacional de Desarrollo “Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática para Vivir Bien” y el Plan del Sector de Desarrollo Agropecuario “Revolución Rural, Agraria y Forestal”, con mecanismos participativos e inclusivos, se hace posible la implantación de la Política Nacional de Desarrollo Cafetalero

2.2.- Marco Conceptual

Según Cuba (2007). “El café (*Coffea arabica*) es originaria de las mesetas de Etiopia (África)” y “su origen puede remontar a una planta que había fructificado en un jardín de Ámsterdam Holanda (1710)”. Cuba (2014), el café fue introducido a Bolivia con la llegada de los españoles en la época de la conquista.

Es un arbusto verde, originario de Etiopia, de numerosas formas, tipos y variedades, son nativos del África y Asia Tropical. Fue introducido a los mercados Europeos del sur por los comerciantes árabes, a fines de la Edad Media. Arabia y las Zonas cercanas permanecieron como las únicas fuentes de abastecimiento hasta 1658, cuando los holandeses introdujeron la *Coffea Arabica* a Cailan. Unos veinte años después la *C. arabica*, fue distribuida a otros países, incluyendo casi en todas las plantaciones del Nuevo Mundo. (MDRAyMA, 2008)

La introducción del café a los Yungas data de la época colonial en el año 1870. Su establecimiento fue efectuado por los esclavos de procedencia africana que huían del Brasil, a partir del año 1950 se constituyó como uno de los cultivos de producción rentable con los excedentes a la exportación (Economía, 2004)

Según Cuba (2007), “el café, en su variedad *Typica* conocida como una variedad criolla, fue introducida a las provincias de Nor Yungas y Sud Yungas antes de la reforma agraria por dueños de las fincas existentes en las inmediaciones de Coroico y Chulumani”. (Así el mencionado proceso de expansión permitió que entre 1875 y 1995 la producción fuera en aumento, hasta alcanzar la cifra de 158.000 sacos de 60 kg, como incremento que tuvo uno de sus principales impulsores al proyecto Agro yungas. Sin embargo, a partir de 1990, una nueva caída de los precios provoca que las exportaciones caigan a menos de 100.000

sacos entre 1991 y 1995, siendo un poco más bajo el año cafetalero 1992 y 1993), este año la producción fue perjudicada además por las condiciones atmosféricas inadecuadas.

Afortunadamente, los precios comenzaron a mejorar nuevamente a partir de 1993, como consecuencia de una fuerte sequía producida en el Brasil” (Cuba, 2007).

Los departamentos de mayor producción en café son La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, Beni y Pando. La zona de producción actual de café se encuentra al Nor este del departamento de La Paz, y es uno de los pocos productores preferidos por su calidad, rentabilidad y exportación, el cual es un rubro que se produce en las zonas altas, medias y bajas, y comprende las provincias de Caranavi, Nor Yungas, Sud Yungas, Larecaja, Inquisivi y Franz Tamayo los cuales representan el 95% de la producción nacional y el restante 5 % está distribuida en 5 departamentos Santa Cruz (2,5%), Trópico de Cochabamba (1%), Tarija (0.5%), Beni (0.4%) y Pando (0.1%).

Siendo así debería tener un buen tratamiento prioritario para ampliar los niveles de producción, sin embargo, desde 1991 la producción yungueña ha venido sufriendo descenso significativo a consecuencia de la disminución del área cafetalera (Organicoop, 2007 y Cuba, 2007).

2.1.1- Descripción botánica del café

2.1.2 Clasificación taxonómica

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

Cuadro 1.- Clasificación taxonómica.

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Dicotiledónea

Subclase:	Angiospermas (semillas encerradas)
Orden:	Rubiales
Familia:	Rubiaceae
Género:	<i>Coffea</i>
Especie:	<i>arabica</i> L,

Fuente: Cuba (2007)

2.3 .- Descripción botánica

El café es un arbusto que puede alcanzar entre dos a seis metros de altura, es de hoja perenne y comienza a producir flores a partir del primer año. (DESCO, 2012)

2.3.1.- Raíz

la raíz central es pivotante, su longitud en una planta adulta es de 50 a 60 cm aproximadamente, las raíces secundarias (de sostén y laterales) se originan a partir de la pivotante; de las secundarias, generalmente se desarrollan los pelos absorbentes que, en un alto porcentaje (80-90%), se encuentran en los primeros 30 cm del suelo, con un radio de 2 a 2.5 m a partir de la base del tronco. Los pelos absorbentes son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción de agua y nutrientes del suelo. (DESCO, 2012)

2.3.2.- Tallo

es leñoso, erecto y de longitud diversa de acuerdo a la variedad. Presenta la particularidad de producir tres tipos de yemas que originan diferentes partes de la planta: el tallo, las ramas y las hojas. (DESCO, 2012).

2.3.3. - Hoja

Las primeras hojas del cafeto son cotiledones, de 9 a 11 hojas que se forma son elípticas, lanceoladas y ovada de superficie ondulada, las que nacen en las ramas primarias, secundarias y terciarias, aparecen plano o pares opuestos, cada una con dos estipulas agudas, la lámina foliar mide a veces de 12 a 24 cm. De longitud y de 5 a 12 cm. De ancho (Mamani, 2008).

Fotografía 1.- Plantulas de Cafe



Fuente: Guzman V.D. (2020)

2.3.4.- Flores

La floración del café generalmente coincide con la presencia de las primeras lluvias. En las axilas de las hojas se presentan las yemas florales, el número promedio de flores por nudo es de 40 flores, 20 en cada axila. El número de floraciones varía según la precipitación de la zona. Cuando se abre la flor, las anteras ya han liberado gran cantidad de polen; por esta razón, la autofecundación se da en un alto porcentaje. Una vez que el polen alcanza los óvulos, la fertilización se completa durante cuatro o seis días. (DESCO, 2012).

Fotografía 2.- Flor del Café

Fuente: DESCO (2012)

2.3.5.- Frutos

El fruto del cafeto es una drupa esférica y carnosa, comúnmente llamada cereza, de forma sub globosa, de color rojo o amarillo a la madurez y que alcanza según las variedades de 8 a 15 mm. De largo, cada fruto está constituido por un epicarpio rojo o amarillo, un mesocarpio carnudo de color blanco amarillento (pulpa), el endocarpio o pergamino y 2 semillas (granos) reunidos por su faz plana pardo verdoso, cada grano está protegido por dos envolturas, la primera o endocarpio que es delgada y de textura esclerosa (pergamino), la segunda el perisperma o tegumento seminal que es una tela finísima o película plateada a veces adherida al grano (DESCO, 2012).

Fotografía 3.- Fruto del café

Fuente: DESCO (2012).

2.3.6.- Semillas

La semilla está constituida por el endospermo y el embrión, el primero coriáceo de color verdoso y amarillento, las células del endospermo contienen almidón, aceites, azúcares, alcaloides como cafeína y otras sustancias, su parte basal se encuentran el embrión de 2 a 5 mm. De largo, el contenido promedio de cafeína es de 1.015 % de aceites y grasas de 10.55 % es el factor determinante del aroma y sólidos solubles compuesto por hidratos de carbono y proteínas en un 28.6 %. (CONACAFE, 2012).

2.4.7.- Principales variedades de café en los yungas.

Las variedades más conocidas y difundidas en el sector de los yungas son: Typica o criolla, Caturra (rojo y amarillo), Catuai (rojo y amarillo) y Catimor (Barrientos, 2000). A su vez fueron evaluadas la producción de algunas variedades más promisorias en ocho años de cosecha considerando el porcentaje de frutos vacíos. La variedad actual amarilla y roja son excelentes para la producción (cuadro 2), calificación que está sujeto a cambios de acuerdo al avance de las investigaciones y obtención de nuevas variedades (Cuba, 2007).

Cuadro 2. - Comportamiento de variedades de café en la estación experimental de Coroico. Cosecha promedio de 5 años.

Nº entrada	Variedad	Café/guinda	Kg/ha. 5000P	Café seco	% frutos
EEC-102	Catimor*	4265	21325	101	ene-15
EEC-135	Catimor rojo*	3336	16680	79	6
EEC-144	Catuai rojo	1346	6730	32	5,4
EEC-145	Catuai amarillo	1100	5500	26	5
EEC-100	Typica**	1154	3460	17	6

Fuente: Cuba, (2007)

* Variedades tolerantes a roya (*Hemileia vastratix*).

** Plantas de porte alto (3000 plantas/ha).

2.5. - Variedades.

2.5.1.- Variedad Catuai

Según MDRAyMA (2008), esta variedad es vigorosa y muy apreciada por su alta productividad y calidad de grano. Es de porte pequeño, entrenudos cortos, y tronco grueso, ramas laterales abundantes con numerosas ramificaciones secundarias, de maduración tardía y precoz en su producción. Se comporta mejor en zonas bajas, con menor sombra y humedad, debido a su mayor vigor y tolerancia a sequía. Variedad Catuai se originó por cruzamiento entre las variedades Caturra y Mundo Novo en el Brasil; las características de la planta son similares a las de Caturra, pero es un árbol más.

Fotografía 4.- Catuai amarillo



Fuente: MDRAyMA, (2008)

Fotografía 5.- Catuai rojo



Fuente: MDRAyMA, (2008)

2.5.2.- Variedad Catimor

Es el resultado, del cruzamiento de caturra rojo y el híbrido Timor. Una de las características sobresalientes es su tolerancia a la roya. Esta variedad presenta entrenudos cortos, además es una planta de porte mediano (más alta que la caturra y catuai), con ramificación vertical y hacia arriba tiene las hojas más grandes de un tono oscuro y el fruto de mayor tamaño. (Cuba, 2007).

Fotografía 6.- Catimor

Fuente: MDRAyMA, (2008)

2.5.3.- Variedad Criollo o Typica.

Typica se caracterizaba por la excelente calidad del grano y una maduración uniforme, la baja densidad de siembra exigía sustituirlo por un cafeto de mayor producción. El mejoramiento genético se completó con el aumento en la densidad de siembra por unidad y un mayor uso de fertilizantes, abonos y suplementos para combatir plagas y enfermedades. (MDRAyMA, 2008)

También se llama arábigo, pajarito o nacional, y en los Yungas como variedad criolla, es la más importante en los términos económicos, especialmente para el continente americano; su producto es de calidad superior en aroma y sabor, por lo tanto, es la más apreciada en todo el mundo. El gen distintivo de la variedad typica es "T", que expresa el color de las guías terminales, las mismas que cambian a medida que las hojas maduran, hasta adquirir el color verde definitivo. La planta es de porte alto (denominado de porte normal) el tronco es flexible, las ramas tienen ángulo abierto, poca ramificación secundaria, hojas elípticas y frutos rojos. El grano o semilla es algo más alargado que de las otras variedades, es susceptible a la roya, Se siembran hasta 2.500 árboles por hectárea. (Cuba, 2007)

2.6.- Aspectos generales sobre el cultivo del café

2.6.1.- Altitud

Incide en forma directa sobre los factores de temperatura y precipitación. La altitud óptima para el cultivo de café se localiza entre los 500 y 1700 msnm. Por encima de este nivel altitudinal se presentan fuertes limitaciones en relación con el desarrollo de la planta. (CI- CAFE, 2011)

2.6.2.- Precipitación

La cantidad y distribución de las lluvias durante el año son aspectos muy importantes, para el buen desarrollo del cafeto. Con menos de 1000 mm anuales, se limita el crecimiento de la planta y por lo tanto la cosecha del año siguiente; además, un período de sequía muy prolongado propicia la defoliación y en última instancia la muerte de la planta. Con precipitaciones mayores de 3000 mm, la calidad física del café oro y la calidad de taza puede comenzar a verse afectada; además el control fitosanitario de la plantación resulta más difícil y costoso. (CICAFE, 2011)

2.6.3. - Humedad relativa

Cuando alcanza niveles superiores al 85%, se propicia el ataque de enfermedades fungosas que se ven notablemente favorecidas. (CICAFE, 2011)

Según el PDM COROICO, (2010) La humedad en la zona es generalmente alta 65 a 75%, incrementándose hacia el Páramo, esta variabilidad climática de la región (clima húmedo, templado y subtropical) se da principalmente debido a la precipitación pluvial y las corrientes atmosféricas que descienden de la cordillera y por el cerco montañoso que rodea a la zona.

2.6.4.- Suelo

Los suelos son variados en la comunidad de San Pedro de la Loma van de franco arcilloso-limoso a franco limoso, corresponden al orden ULTISOLES, suborden UDULTS y subgrupo TYPIC, con horizonte argílico en Bt3, el material coluvio aluvial es derivado de rocas Lutita, Pizarra, Limonita y Arenisca, con un pH promedio de 4,9 (Villca, 2001).

2.6.5.- Temperatura

La temperatura promedio anual favorable para el cafeto se ubica entre los 17 a 23 °C. Temperaturas inferiores a 10 °C., provocan clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes (CICAFE, 2011)

Según SENAMI en el PDM COROICO (2010) se destaca el hecho que la temperatura promedio en este punto determinado sufre poca variación, la diferencia promedio en 10 años es de tan solo de 2.8 °C, debido probablemente a la estabilización de la temperatura debido al régimen de precipitación, humedad y la presencia de vientos suaves. En base a este dato también podemos estimar que la temperatura promedio en el municipio es alrededor de 18 °C, mientras en las partes bajas alrededor de 20 °C.

2.6.- Manejo a nivel de vivero

2.6.1.- Criterios para la obtención de semilla

Según DESCO (2012), nos indica que, la práctica de selección tiene como objetivo escoger adecuadamente las mejores semillas para obtener una buena viabilidad y plantas de alta calidad que aseguren al máximo el éxito de las futuras plantaciones. Un arbusto de café sano, vigoroso resistente a las plagas y altamente productivo sólo se logra mediante una selección, procesamiento y almacenamiento apropiado de la semilla a usarse.

a) Selección de plantas madres

- Los lotes o piezas deben ser de una sola variedad

- Ubicar lotes homogéneos con plantas de cuatro a ocho años en producción (hayan dado varias cosechas).
- Seleccionar y marcar plantas madres con características deseables: alto rendimiento y tolerancia a plagas y enfermedades.
- Seleccione plantas sanas y vigorosas con las características representativas de la variedad a sembrar

b) Selección del fruto en la planta

- Cosechar cerezos maduros de la parte central de la planta y rama, durante la cosecha plena. Los frutos que no estén completamente maduros tienen un porcentaje de germinación más bajo.
- Evite cosechar los frutos de los extremos de las ramas para minimizar el efecto de la polinización cruzada y mantener la fidelidad al tipo que se desea propagar.
- Haga pruebas de flotación en distintos arbustos de la pieza echando cien (100) frutos al azar en un envase con agua. Si flotan más de 5 granos la semilla no debe utilizarse para propagación ya que indica un alto porcentaje de granos vanos. Ésta es una característica indeseable que se hereda en la progenie. Esto tiene como consecuencias bajas en los rendimientos del café oro.

c) Efecto del tamaño del grano

- El tamaño del grano nos es muy importante excepto cuando se aleja demasiado del tamaño normal de la variedad a propagarse. Nunca deben propagarse semillas muy pequeñas.

d) Beneficiado de los frutos

- Despulpado. - Consiste en separar la pulpa del fruto de las semillas, esta tarea debe realizarse el mismo día que se recolectan los frutos para evitar daños

por la sobre fermentación tomando las precauciones necesarias para evitar que la despulpadora dañe el pergamino o la semilla esto puede traer problemas con ataques de hongos en el lugar de almacenamiento, cantidades pequeñas pueden despulsarse mano pero cuando se despulpan cantidades grandes de semillas con fines comerciales debe usarse una despulpadora con pechero de goma bien calibrada.

- Fermentación. - El propósito de la fermentación es liberar al grano del mucílago o “baba” este proceso puede durar entre 12 a 16 horas dependiendo de la temperatura y otros factores una fermentación pobre puede dejar residuos del mucílago luego del lavado afectando su apariencia y aumentando las posibilidades de ataques de hongos durante el almacenamiento del grano. De otra parte, las semillas expuestas por tiempo prolongado a temperaturas altas durante la sobre fermentación se les pueden afectar el embrión y como consecuencia su poder germinativo.
 - Lavado. – Se debe eliminar el agua del primer lavado y seguir agregando agua limpia después volver a frotar hasta desprender todo el mucílago, esta operación debe realizarse cuantas veces sea necesario hasta sentir un sonido áspero entre los granos aprovechando la oportunidad para eliminar todos los granos vanos que flotan durante el lavado.
 - Secado. - debe realizarse inmediatamente después del lavado, el café lavado contiene alrededor de un 55% de humedad el que hay que reducir a un 25% para almacenar el grano y mantener su viabilidad el secado debe efectuarse a la sombra en un sitio ventilado, es necesario mover continuamente las semillas durante ese tiempo para que el secado sea uniforme y evitar cambios drásticos en la humedad y temperatura, el resto del secado debe terminarse a la sombra.
- e) Selección de la semilla en pergamino**
- El grano de café arábico es normalmente de forma plano-convexa su tamaño fluctúa con la variedad pueden presentarse variaciones de año en año y en

diferentes épocas de la cosecha en el mismo arbusto. Esta operación consiste en eliminar todas las semillas con defectos tales como triángulos, caracolillos, monstruos o elefantes y granos muy pequeños deben eliminarse además de las semillas partidas, manchadas, dañadas de cualquier forma y la materia extraña presente en la partida de café, la separación manual siempre es necesaria para la selección final.

2.6.2.- Germinador

CICAFE (2011) y DESCO (2012), señalan que los germinadores permiten tener mayor uniformidad en el Almácigo y tener una gran cantidad de plantas fácilmente manejables buscando el ideal de planta a sembrar, esta etapa dura 2 meses aproximadamente, y consiste en colocar la semilla en lugar favorable, para que se desarrollen la radícula y las primeras hojas cotiledones.

- Para un kilogramo de semillas se construye un cajón con dimensiones de 1 m² y 20 cm de profundidad.
- Es necesario usar Arena lavada del río, y desinfectar la arena con agua hirviendo una o varias veces.
- Una vez desinfectado, uniformizar el sustrato con ayuda de una regla de madera y sembrar las semillas al voleo cuidando que no se sobrepongan entre ellas.
- Cubrir las semillas con una capa de sustrato(arena), esta debe ser el doble del espesor de la semilla.
- El germinador será cubierto con hojas de plantas (como plátano o palmeras) y se dará el primer riego a las plantas.
- Regar en la mañana o en la tarde, las veces que sea necesario.

Fotografía 7.- Almácigos



Fuente: CICAPE, (2011)

2.6.3.- Fase de vivero

SOLIEBE (2005), indica que el vivero es el lugar donde las plantas permanecen los primeros 4-7 meses de su desarrollo, recibiendo cuidados especiales en riego, de plagas y enfermedades en lo que permite producir plantas de alta calidad, sanas y vigorosas. Sin embargo, el vivero es el lugar o superficie de terreno con infraestructura adecuada para la multiplicación de las plántulas hasta que estén lleguen a tener de 4 a 6 pares de hojas, donde es el momento en que debe ser trasplantada al sitio definitivo (Sotomayor y Duicela, 2008).

2.6.4.- Mezcla de sustrato para el vivero

MONROIG (2007), Utilice una mezcla de 2 partes de tierra fértil y una parte de materia orgánica para llenar las bolsas, como fuente de materia orgánica puede usar la cachaza, la pulpa de café, la gallinaza o estiércol de animales bien descompuesto o curado. La mezcla debe cernirse para que quede suelta, facilite el trasplante y permita el libre crecimiento de las raíces. Los terrones, piedras u otros materiales pueden causar deformaciones y entorpecer el crecimiento del sistema radical de la planta. (Cuba, 2007) recomienda para la zona de los Yungas 1 parte de Gallinaza descompuesta (25%), por 3 partes de tierra de lugar (75%).

Fotografía 8.- Sustrato para embolsado

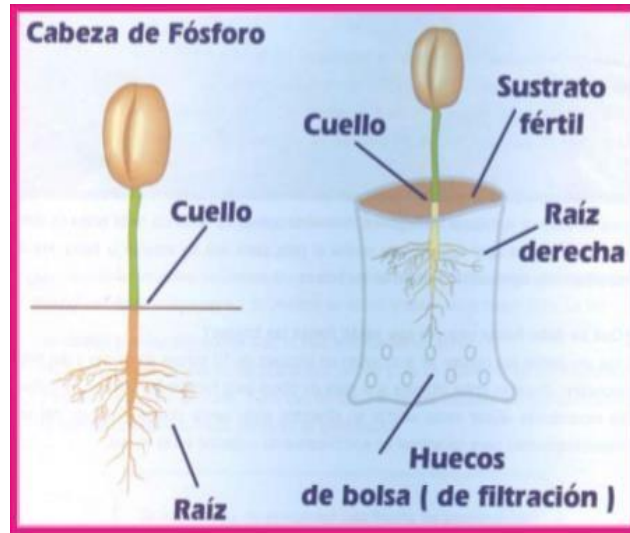
Fuente: Guzman V.D., (2020)

2.6.5.- Trasplante o repique

Haga un hoyo con un repicador o espátula de 6 a 8 pulgadas de profundidad en el centro de la bolsa el hueco formado debe ser lo suficientemente ancho para acomodar el sistema radical de la plántula, coloque la raíz pivotante derecha dentro del hueco y asegúrese de que no se doble formando el llamado “cuello de ganso” (esta condición puede traer serios problemas de anclaje y pobre desarrollo del sistema radical del arbusto a nivel de campo) y evite causarles daños físicos a las raíces, debe descartarse toda plántula con raíces mal formadas o rotas y aquellas con hojas cloróticas, débiles, enfermas, anormales, etc. Al sembrar la plántula en la bolsa el cuello de la raíz debe quedar al mismo nivel en que crecía en el germinador. No la siembre muy profundo cubriendo parte del tallo con tierra ya que puede traer problemas con pobre crecimiento y ataque de enfermedades, luego de colocar la plántula adecuadamente en el hueco introduzca el repicador de forma inclinada, cercano al borde de la bolsa y muévala en dirección de la plántula para tapar el hoyo, presione bien la tierra contra las raíces para sellar los espacios de aire y el sistema radical venga en contacto con el medio para obtener agua y nutrimentos. (MONROIG, 2007)

El mejor indicador para el trasplante o repique, es cuando las plántulas permanecieron de 60 a 70 días en el germinador, se empieza a desprender el pergamino y se encuentra con sus dos cotiledones bien abiertos (estado de mariposa) teniendo una altura aproximada- mente de 6 a 7 cm. (Chuquimia, 2010).

Fotografía 9.- Trasplante del germinador a la bolsa



Fuente: MONROIG, (2007)

2.7.- MICORRIZAS

2.7.1.- ¿QUÉ SON LAS MICORRIZAS?

Matamoros (2013), son microorganismos naturales del suelo asociados con la raíz de las plantas. En esta simbiosis, las micorrizas propician una mejor absorción y asimilación de nutrimentos (especialmente el fósforo) por parte de la planta. La denominación de bio- fertilizante dada a este grupo de hongos es inapropiado y confusa, ya que en un sentido estricto la micorriza no es un fertilizante sino un promotor del ciclo de los nutrientes. Así también Bolaños y Luna (2007), nos indica que las micorrizas son hongos benéficos que se desarrollan en el suelo. La mayoría de estos son nativos del lugar y simplemente lo que se hace es desarrollarlos para comercializarlos.

Estas micorrizas son llamadas arbusculares (HMA) ó (VAM) debido a que dentro de la raíz forman estructuras llamadas vesículas y arbuscúlos que ayudan en la absorción de nutrientes ya que el hongo extiende su micelio fuera de la raíz y hace que estas mismas lleguen a lugares que comúnmente no llegarían. Pero ¿qué es lo que sucede entre el suelo, la planta y los hongos? Lo que ocurre es una simbiosis entre la planta (raíces) y el hongo por medio del suelo, en el que ambos se benefician. Las raíces toman del hongo todos los nutrientes que necesitan del suelo y el hongo toma de la planta el carbono para su desarrollo. También estos hongos ayudan a prevenir enfermedades en la planta durante su desarrollo, (Bolaños y Luna, 2007).

Fotografía 10.- Micorrizas arbusculares.



Fuente: RODRIGUEZ, M.E. (2016)

2.7.2.- Tipos de micorrizas

AGRIOS (2007), menciona que existen tres tipos de micorrizas que se distinguen por la forma en que las hifas del hongo se encuentran dispuestas dentro de los tejidos corticales de la raíz:

Ectomicorrizas: Los hongos que las forman, Basidiomicetes y Ascomicetes, desarrollan una espesa capa de micelio sobre la zona cortical de las raíces nutricias de la planta. Se producen principalmente sobre especies forestales y leñosas.

Endomicorrizas: Los hongos que las producen se caracterizan por colonizar intracelularmente el córtex radical. Dentro de este grupo existen tres tipos característicos, entre ellos el más importante es:

- Micorrizas arbusculares: Caracterizadas por formar arbusculos intracelulares y sin duda las de mayor difusión e importancia económica y ecológica.

Ectendomicorrizas: Los hongos que las producen colonizan de forma dual las raíces: externamente formando un manto cortical e internamente penetrando intracelularmente en el córtex.

2.7.3.- Importancia de las micorrizas.

Las micorrizas al parecer mejoran el crecimiento de la planta al aumentar la superficie de absorción del sistema radical, al absorber selectivamente y al acumular ciertos nutrientes, especialmente el fosforo; al solubilizar y hacer disponibles para la planta algunos minerales normalmente insolubles; al permitir que las raíces alimentadoras funcionen durante más tiempo y al hacer que las raíces alimentadoras sean más resistentes a la infección que ocasionan algunos hongos del suelo.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que hay muchas asociaciones distintas que se establecen entre el hongo y su hospedante y que cada combinación puede tener distintos efectos sobre el crecimiento de la planta. Algunos hongos micorríticos tienen un amplio rango de hospederos, mientras que otros son más específicos. Así mismo, algunos de ellos benefician el mayor grado a un determinado hospedante que otros hongos, y algunos hospederos sacan un mejor provecho al asociarse con ciertos hongos micorríticos que con otros hospedantes. Los hongos micorrizales necesitan también a un hospedante para poder crecer y reproducirse; en ausencia de hospedantes, el hongo se mantiene en reposo en forma de esporas.

Las micorrizas arbusculares estimulan el crecimiento, desarrollo y nutrición de las plantas especialmente en suelos de baja y moderada fertilidad los estudios llevados a cabo han puesto de manifiesto que dichos efectos se deben a que la micorriza mejora sustancialmente la absorción de nutrientes y agua por la planta y que el principal nutriente implicado es el fósforo. (CAMEY L. C., 2014).

2.7.4.- Aplicación de las micorrizas arbusculares

ROMERO (2006), indica que para la búsqueda de nuevos métodos en la producción de café y más eficientes desde almacigo, expone que en su experimento evaluó altas dosis de micorrizas arbusculares en siembra directa a bolsas. La dosis recomendada por el Dr. Erich Raddatz es de 5 gr en semillero, 75 gr. En vivero y 150 gr al trasplante a campo definitivo.

C.E.FO.(2015), nos indica en su ficha técnica que la aplicación de micorrizas arbusculares se puede realizar:

- Directamente a las semillas, este proceso se realiza humedeciendo las semillas y aplicando el producto después se debe dejar orear al menos 1 hora máxima antes de la siembra, todo el proceso debe realizarse en la sombra, los rayos del sol dañan directamente a las micorrizas.
- Directamente a plantaciones establecidas, se debe diluir el kilo de micorrizas en 100 a 150 litros de agua y se debe aplicar al pie de las plantas y árboles con el propósito de que esta mezcla llegue a las raíces con la ayuda de una regadera o aspersor
- Directamente a viveros y almacigos, en sustrato debe utilizarse el 10% de micorrizas respecto al total del sustrato posteriormente colocar la semilla correspondiente.

III. SECCION DIAGNOSTICA

3.1. Materiales y Metodos

3.1.1 Localización de la investigación

3.1.2 Ubicación política

La investigación se llevará a cabo en la comunidad de Sedro de la Loma, lugar donde se encuentra vivero Municipal Dependiente de la Dirección de Agropecuaria del Gobierno Autónomo Municipal De Coroico en los predios, perteneciente al municipio de Coroico de la provincia Nor Yungas del departamento de La Paz.

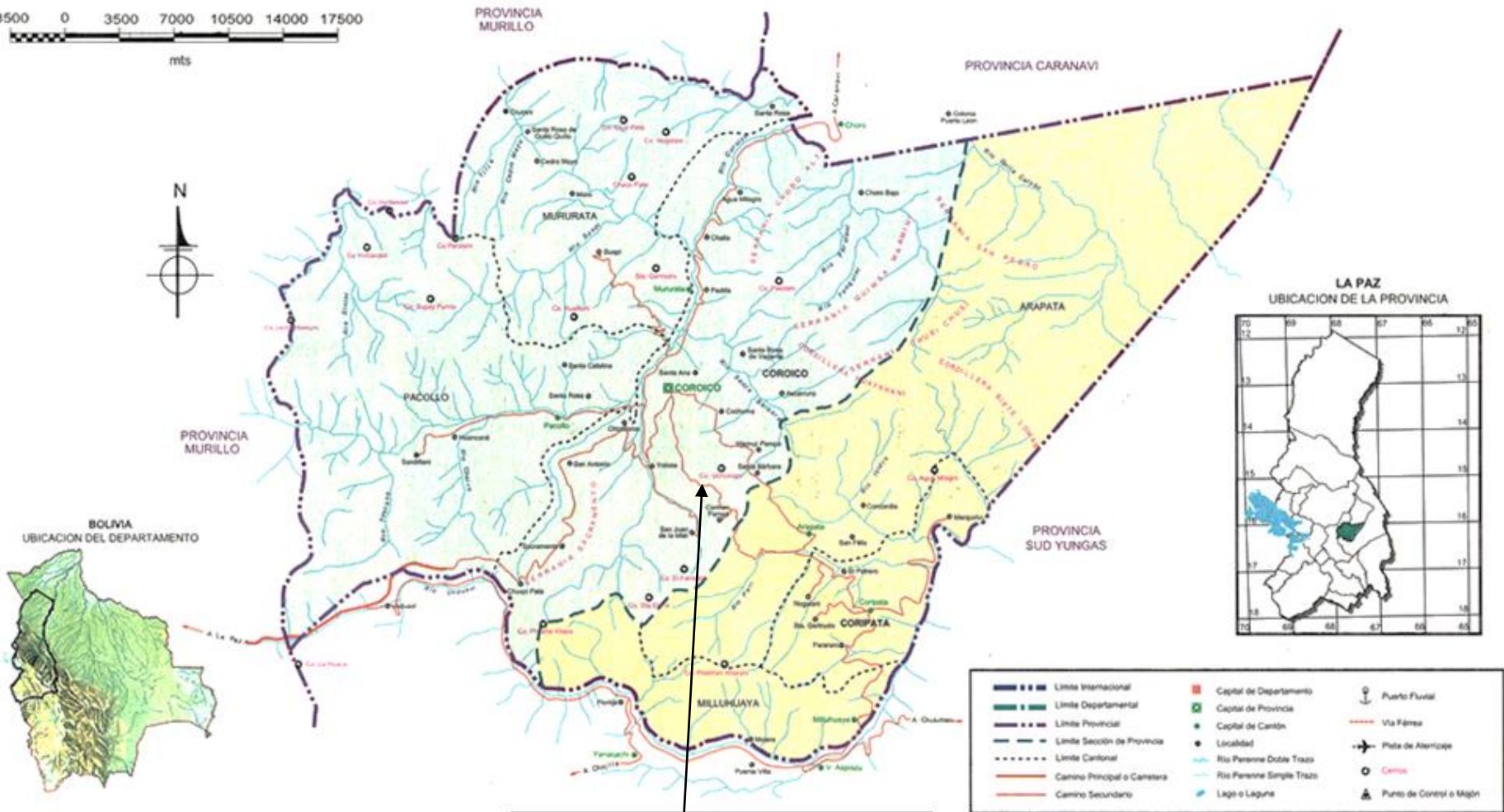
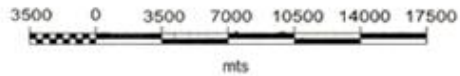
3.1.3. Ubicación geográfica

Coroico la primera sección Municipal de la Provincia Nor Yungas, se encuentra ubicada al Nor Este del Departamento de La Paz. Geográficamente, se sitúa entre los 16° 08'00" de latitud Sur y 67° 46'00" de longitud Oeste a una altitud de 1.782 msnm.

La capital de la sección que es la ciudad de Coroico se encuentra a 97 Km de La Paz, ingresando por la carretera troncal bioceánica que comunica al sector de los Yungas. el Municipio de Coroico cuenta con una superficie aproximada de 3.000 km², limitando hacia el Nor- Oeste con la Provincia Murillo, al Nor-Este con la Provincia Caranavi, al Sur con Milluhuaya (Coripata) y Sud Yungas, al Nor-Este con Trinidad Pampa y Arapata

La comunidad de San Pedro de la Loma se encuentra situada a una altura de 1816.00 msnm a 16°20'30" de latitud Sur y 67°72'30' de longitud oeste. La distancia de la ciudad de La Paz a Coroico es de 108 km y de Coroico a la comunidad de paco es de 5 km.

Provincia NOR YUNGAS



Fuente: Mapas Digitalizadas (2009).
 FIGURA. 1 UBICACION CARTOGRAFICA

LOCALIZACION DE ESTUDIO
COMUNIDAD SAN PEDRO DE LA LOMA
 Latitud: 16.19 Sur
 Longitud: 67.72 Norte
 Altitud: 1816.00m.s.n.m

3.2.- Descripción agroecológica de la zona

3.2.1.- Aspectos climáticos

En la zona por lo general las condiciones ecológicas varían de acuerdo a su piso ecológico, se tiene un clima de húmedo a subhúmedo de 1-2 meses secos y una precipitación por encima de los 2000 mm/año. Temperatura fluctúa entre 17 – 24°C, es una región muy húmeda aproximadamente durante todo el año (Morales citado por Alarcón, 2008).

La comunidad de San Pedro de la Loma presenta precipitación media anual de 2345mm, una humedad relativa media de 70,89%, temperatura media de 18,27°C (temperatura media máxima 23,76°C y temperatura media mínima 12,13°C) y una velocidad media del viento de 0,91 m/s (Estación Meteorológica Carmen Pampa, 2006).

3.2.2.- Suelo

Los suelos son variados en la comunidad van de franco arcilloso-limoso a franco limoso, corresponden al orden ULTISOLES, suborden UDULTS y subgrupo TYPIC, con horizonte argílico en Bt3, el material coluvio aluvial es derivado de rocas Lutita, Pizarra, Li- monita y Arenisca, con un pH promedio de 4,9 (Villca, 2001).

3.2.3. Vegetación

Según Villca (2001), la zona presenta diversidad de especies vegetales de bosque primario y parches de bosque secundario, donde habitan especies arbóreas caducifolias y siempre verdes, especies arbustivas y herbáceas, también plantas inferiores como helechos, musgos, líquenes y especies epifitas. Entre las especies forestales cultivadas por los agricultores son: Nogal (*Junglas boliviana*), Siquili (*Inga ediles*), Ceibo (*Eritrina sp*) y entre otros.

3.3.- Materiales

Los materiales que se utilizaron en el presente trabajo fueron los siguientes:

3.3.1.- Material de campo

- | | | | | | |
|---|---------------------|---|----------------|---|-----------------|
| ✓ | Tabla niveladora | ✓ | Picota | ✓ | Pintura al agua |
| ✓ | Cámara fotográfica | ✓ | Pala | ✓ | Pincel |
| ✓ | Cuaderno de campo | ✓ | Chonta | ✓ | Letreros |
| ✓ | Libreta de campo | ✓ | Regla de 30cm. | | |
| ✓ | Cernidor de alambre | ✓ | Recipientes | | |

3.3.2.- Material de gabinete

- | | | | | | |
|---|-------------|---|------------|---|--------------|
| ✓ | Computadora | ✓ | Hojas bond | ✓ | Bolígrafos |
| ✓ | Calculadora | ✓ | Impresora | ✓ | Flash memory |

3.3.3.- Material genético

- ✓ ½ kilo de semillas de café (*Coffea arabica*) variedad Catimor
- ✓ ½ kilo de semillas de café (*Coffea arabica*) variedad Catuai rojo
- ✓ ½ kilo de semillas de café (*Coffea arabica*) variedad Catuai amarillo
- ✓ ½ kilo de semillas de café (*Coffea arabica*) variedad Typica.

3,3,4.- Material inoculante e insumo

- | | | | |
|---|--------------------------|---|-----------|
| ✓ | Micorrizas Arbusculares. | ✓ | Gallinaza |
| ✓ | Tierra vegetal | ✓ | Arena |

3.4.- Metodología

3.4.1.- Tipo de estudio

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental ya que se evaluó el desarrollo vegetativo de las variedades de plántulas de café con y sin aplicación de micorrizas.

Cuadro 3.- Detalle de tratamientos

Código	Variedad de	micorrizas	Repeticiones		
			R ₁	R ₂	R ₃
T1	A ₁	B ₁	A ₁ B ₁ R ₁	A ₁ B ₁ R ₂	A ₁ B ₁ R ₃
T2		B ₂	A ₁ B ₂ R ₁	A ₁ B ₂ R ₂	A ₁ B ₂ R ₃
T3	A ₂	B ₁	A ₂ B ₁ R ₁	A ₂ B ₁ R ₂	A ₂ B ₁ R ₃
T4		B ₂	A ₂ B ₂ R ₁	A ₂ B ₂ R ₂	A ₂ B ₂ R ₃
T5	A ₃	B ₁	A ₃ B ₁ R ₁	A ₃ B ₁ R ₂	A ₃ B ₁ R ₃
T6		B ₂	A ₃ B ₂ R ₁	A ₃ B ₂ R ₂	A ₃ B ₂ R ₃
T7	Testigo	B ₁	T ₀ B ₁ R ₁	T ₀ B ₁ R ₂	T ₀ B ₁ R ₃
T8		B ₂	T ₀ B ₂ R ₁	T ₀ B ₂ R ₂	T ₀ B ₂ R ₃

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

A₁ = Variedad Catimor

A₂ = Variedad Catuai Rojo

A₃ = Variedad Catuai

Amarillo Testigo = Variedad

Typica o Criolla

T = Tratamiento

B₁ = Con micorrizas

B₂ = Sin micorrizas

3.4.2.- Procedimiento

3.4.2.1.- Ubicación del terreno

El presente trabajo de investigación se realizó en el vivero , Municipal que pertenece al Gobierno Autononomo Muncpal de la , Provincia Nor Yungas.

3.4.2.2.- Obtención y selección de semillas

Las semillas fueron adquiridas de las comuniades productivas del mismo municipio, material que se tiene en almacenamiento la Direccion Agropecuaria acargo del Ing. Santos Hugo Tallacahua Portugal dependiente del Gobierno Autonomo Municipal de Coroico. Antes del almacigado de las semillas de café se hizo una selección más escogiendo semillas triangulares y caracoles esto para evitar posterior malformación en plántulas de café.

Fotografía 12.- Semillas



Fuente: Guzman V.D. (2020)

3.4.2.3.- Acondicionamiento de caja de germinacion.

Para el acondicionamiento de las caja de germinacion se procedió de la siguiente manera:

El sustrato (arena) se procedió a cernir para eliminar las impurezas presentes (semillas, restos de semillas, rastrojos, piedras insectos, etc.) Después de ser cernida la arena fue sometida al proceso de desinfección con agua hervida (10 litros por metro cuadrado, aprox.) y posteriormente secada bajo el sol. Una vez desinfectado, la arena se hizo una distribución uniformemente con la ayuda de una tabla niveladora, en cada caja haciendo un total de 8 cajas, dejando así las cajas germinadoras lista para el amacigado de las se- millas de café.

Fotografía 13.- Cajas germinadora



Fuente: Guzman, V. D. (2020).

3.4.2.4.- Almacigado.

Se utilizó un total de 2 kg de semillas de café (1/2 kg por cada variedad), para el almacigado se aplicó el método “al voleo” que consistió en dispersar las semillas uniformemente en las respectivas cajas

Fotografía 14.- Almacigado de semillas



Fuente: Guzman, V. D. (2020).

3.4.2.5.- Preparación del sustrato.

Para la preparación de sustrato, primeramente, se hizo la desinfección de arena con agua hervida (10 litros por metro cuadrado, aprox.) y posteriormente secada bajo el sol, también se hizo el cernido de tierra vegetal del lugar y la gallinaza (abono). Una vez teniendo todo cernido se procedió a la mezcla y preparación de sustrato se utilizó una relación de 70% Tierra vegetal, 20% gallinaza y 10 % arena, cada una cumpliendo funciones diferentes como ser: la arena proporcionó porosidad a las macetas y el abono como aportador de nutrientes para las plántulas. Una vez teniendo el sustrato ya preparado se hizo el llenado a las bolsitas (macetas), estas bolsitas de polietileno de medidas: 11cm x 17cm se les hizo una perforación

Fotografía 15.- Preparación del sustrato



Fuente: Guzman, V. D. (2020)

Fotografía 16.- Llenado y enfilado de macetas

Fuente: Guzman, V. D. (2020).

3.4.2.6. - Repique y aplicación de las micorrizas.

El repique de las plántulas de café se realizó en estado de mariposa, donde se hizo una selección de las mejores plantulas de café, descartando plántulas con más de dos cotile- dones, y raíces malformadas, dobladas, ramificadas, más de un tallo, etc.

Previamente se preparó la disolución de las micorrizas en agua, tomando en cuenta la relación de 1:2, 1 kilo de micorrizas (solido) en 2 litros de agua, en un recipiente se colo- caron las plántulas en esta disolución, alrededor de 1 a 2 horas aproximadamente.

Para el repique de las plántulas primeramente se hizo un riego pues de esta manera se realizó con facilidad los orificios al centro de las macetas, y así pudieron ingresar rectas las raíces, posteriormente se presionó el sustrato luego de haber hecho el repique, sin dejar espacios vacíos cerca a la raíz.

Fotografía 18.- Selección de plántulas en etapa mariposa



Fuente: Guzman, V. D. (2020).

Fotografía 17.- Inoculación de micorrizas a las plántulas



Fuente: Guzman, V. D. (2020).

Fotografía 19.- Repique de plántulas de café.



Fuente: Guzman, V. D. (2020).

3.2.3.7.- Labores culturales.

Las labores culturales que se realizaron fueron: el riego, deshierbe y control fitosanitario durante toda la fase de la investigación en el vivero.

El deshierbe se hizo 4 veces desde el almacigo hasta la conclusión de la investigación, el riego en el germinadero se hizo día por medio y en el vivero se hizo 3 veces por semana, manteniendo la humedad en las macetas y el control fitosanitario consistió en aplicar caldo bórdales en el almacigo para prevenir el ataque de damping off, también se aplicó en las macetas una vez repicadas para evitar el ataque de enfermedades que se presentan durante el crecimiento de las plántulas.

Fotografía 20.- Riego, desmalezado y control fitosanitario

Fuente: Guzman V.D. (2020).

3.4.2.8.- Toma de datos

La toma de datos como se mencionó en las variables, se hizo cada 30 días después del repique; evaluándose tanto la altura planta, número de hojas y área foliar. En el caso de altura planta los datos fueron tomados cada treinta días (a los 30; 60; 90; 120 y 150 días). Para número de hojas los datos fueron evaluados solo dos veces en toda la etapa de investigación (a los 75 y 150 días). Para la variable de área foliar se tomaron dos veces durante toda la investigación (a los 75 y 150 días). Y en el caso de longitud de la raíz se realizó al final de la investigación (a los 150 días) sacrificando plántulas. En caso del prendimiento de las plántulas solo se tomó una vez (a los 30 días).

Fotografía 21.- Evaluación de altura planta, número de hojas y área foliar



Fuente: Guzman, V. D. (2020).

Fotografía 22.- Registro de longitud radicular



Fuente: Guzman, V. D. (2020).

3.5.- Metodología experimental

5.5.1.- Factores de estudio (Variables independientes)

Factor A: variedades de café

Niveles del factor: Catimor; Catuai rojo; Catuai amarillo y Typica

Factor B: Aplicación de micorrizas.

Niveles del factor: con micorrizas y sin micorrizas.

5.5.2.- Variables de Respuesta

Las variables de respuesta a considerar en el estudio fueron los siguientes:

a) Porcentaje de prendimiento tras el repique

El porcentaje de prendimiento fue evaluado tras el repique de acuerdo al conteo de plántulas durante el primer mes de evaluación sobre las 64 plántulas repicadas, en donde el porcentaje de prendimiento fue determinado de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\%P = \frac{\text{Plantulas Perdidas}}{\text{plantulas repicadas}} \times 100$$

b) Altura de las plántulas

Se evaluó la altura de la planta desde el nivel del sustrato hasta la yema terminal, utilizando una regla, el primer dato se registró a los 30 días tras realizar el repique, posteriormente se midieron los datos cada 30 días.

c) Número de hojas

El número de hojas se evaluó a los 60 días después del repique, tomando en cuenta las hojas formadas de la parte inferior hasta la hoja apical, a partir de la primera toma de datos se evaluó cada 30 días.

d) Área foliar de las plántulas

Para obtener el área foliar de las plántulas de café se evaluó el largo y ancho de las hojas, cada 30 días con una regla de 30 cm, a partir de estos datos el área foliar se calculó por medio de la fórmula utilizada por Alfonsi (1981) citado por Cuba (2007).

$$AF = C \times L \times 0,75$$

Donde:

C= Largo de la hoja (cm)

L= Ancho de la hoja (cm)

e) Longitud de la raíz

Los datos de esta variable fueron medidos y obtenidos al final de la evaluación colocando las raíces de las plántulas sobre un papel milimetrado.

f) Relación beneficio y costo

Esta variable fue determinada de acuerdo al análisis económico de los costos y beneficios de la producción de plántulas de café.

3.5.3.- Diseño Experimental

Las unidades experimentales fueron distribuidas de acuerdo al diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, donde el factor A representa las variedades de café y el factor B aplicación de micorrizas.

3.5.5.- Modelo lineal:

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera.

μ = Media general o poblacional.

α_i = Efecto del i -ésimo del factor A (variedades).

β_j = Efecto del j -ésimo del factor B (con y sin la aplicación de micorrizas).

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Interacción i -ésimo nivel del factor A con j -ésimo nivel del factor B

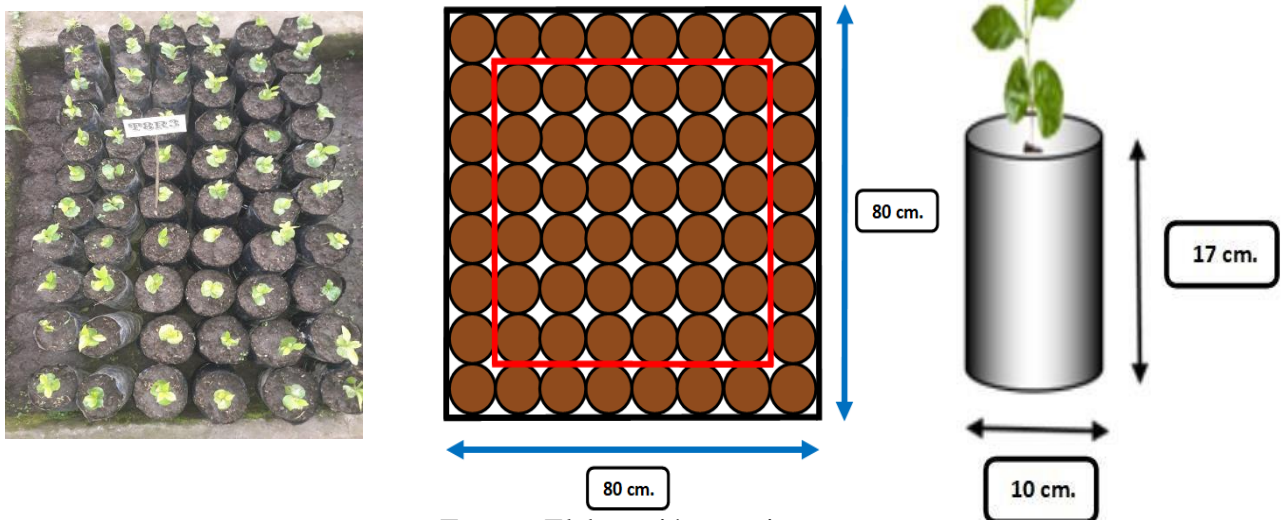
ϵ_{ijk} = Error experimental.

a) Universo

El universo del estudio fue compuesto por 24 unidades experimentales, 64 plántulas por unidad experimental con 3 repeticiones, haciendo un total de 1536 plántulas de café.

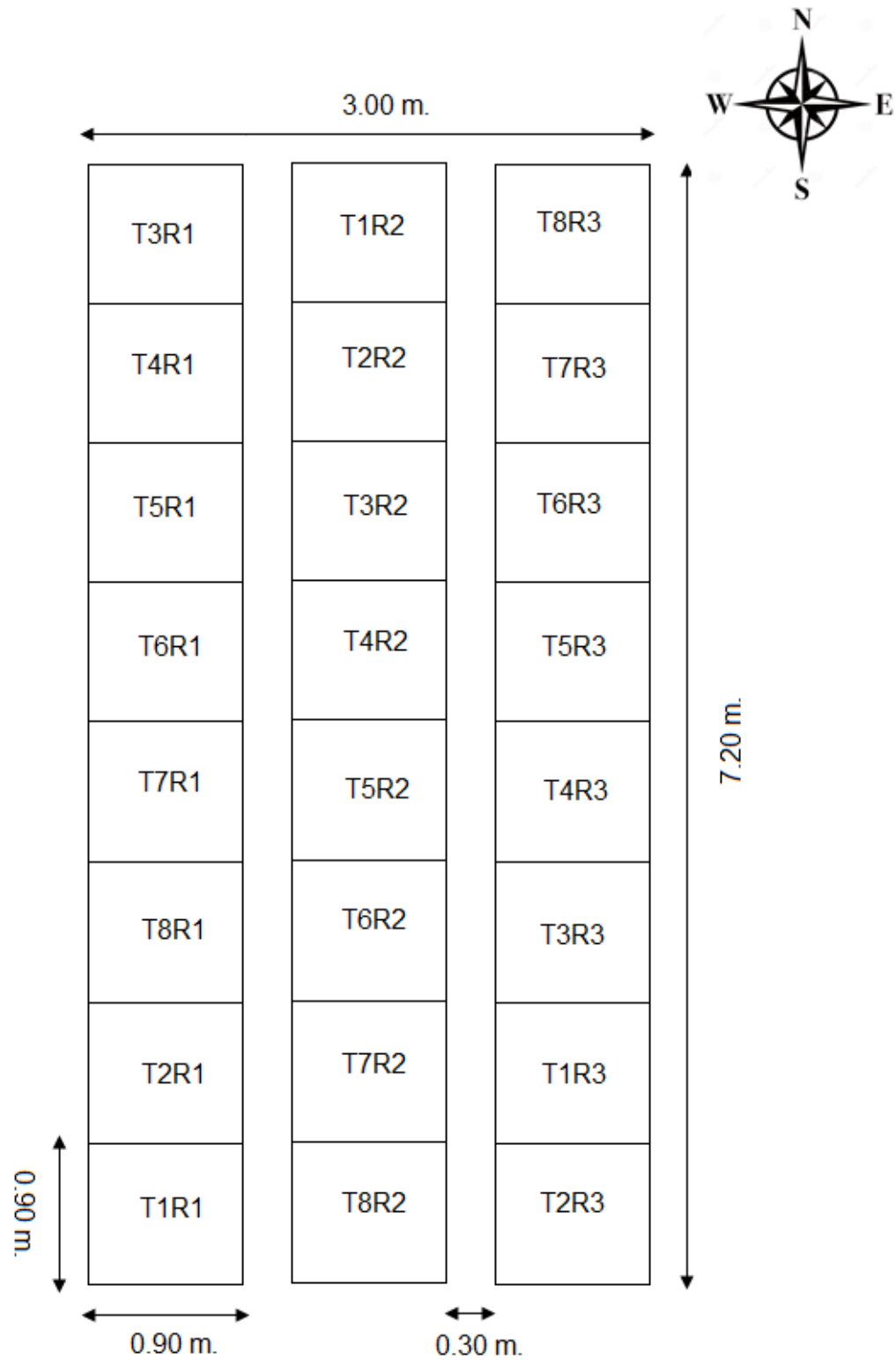
b) Unidad De Análisis

La unidad de análisis estuvo representada por cada una de las 64 plántulas de café de las cuales 36 fueron evaluados (parte central). Cada unidad de análisis de 64 plántulas ocupó un 0,80 m² de espacio. Cada maceta tuvo una altura de 17 cm y 10 cm de diámetro

Figura 1.- Unidad experimental

Fuente: Elaboración propia

Figura 2.- Distribución espacial de tratamientos, georreferenciada.



Fuente: Elaboración propia

Para el presente trabajo de tesis se utilizó tres platabandas completa del vivero municipal del del G.A.M.C., las cuales tienen una dimensión de 1 metro de ancho por 7.20 metros de largo. Donde entraron los 8 tratamientos por cada repetición desplazados completamente al azar.

3.5.5.- Análisis Estadístico

a) Análisis de varianza (ANVA)

El análisis de varianza de los datos se realizó mediante el programa estadístico SAS (Sistema de Análisis Estadístico), considerando el nivel de significancia al 5 %, para determinar si existe o no diferencias significativas entre promedios de tratamientos.

b) Prueba de comparación de medias Duncan.

La prueba de comparación de medias Duncan se utilizó cuando el análisis de varianza mostro diferencias significativas en cualquiera de las variables para comparar las medias obtenidas por el tratamiento a un nivel de significancia de 5%.

c) Análisis económico

Se realizó tomando en cuenta los costos de producción tales como los costos fijos y costos variables. Para ver la ganancia de la producción de plántulas de café con y sin la aplicación de micorrizas es así que se empleó la siguiente expresión matemática:

$$B/C = \frac{\text{Beneficio bruto (Bs)}}{\text{Costos total}}$$

Dónde:

$B/C > 1$ = Rentable

$B/C = 1$ = Sin utilidad

$B / C < 1$ = No rentable

IV. SECCION PROPOSITIVA

4.1.- Análisis del sustrato

En el Cuadro 4 se muestra los resultados obtenidos mediante el análisis de suelo realizado por el laboratorio IBTEN (Anexo 4), las muestras fueron tomadas al concluir el trabajo de investigación.

Cuadro 4.- Análisis del sustrato con micorriza y testigo.

PARÀMETRO	Con mico-	Sin mico-	Diferencia
pH en agua 1:5	7,48	7,55	-0,07
pH en KCl 1 N, 1:5	6,72	6,57	0,15
Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,414	0,194	0,22
Manganeso	33,88	56,14	-22,26
Potasio Intercambiable	1,23	1,09	0,14
Materia orgánica	6,47	4,67	1,8
Nitrógeno total	0,39	0,37	0,02
Fósforo asimilable	439,74	462,54	-22,8

En ambas muestras se observa que el pH fue reportado en un nivel de alcalinidad neutro, así también en el caso de magnesio y fosforo existe una disminución en cuanto contenido esto es más probable que las plántulas han asimilado durante su crecimiento y desarrollo a nivel de vivero, en cuanto a otros elementos no se muestran disminución en gran cantidad.

4.2.- Variables agronómicas

4.3.- Porcentaje de prendimiento

El porcentaje de prendimiento fue evaluado de las 64 plántulas que fueron repicadas en cada unidad experimental a los 15 días posterior al repique de las plántulas es así que se presenta el ANVA en el cuadro 5.

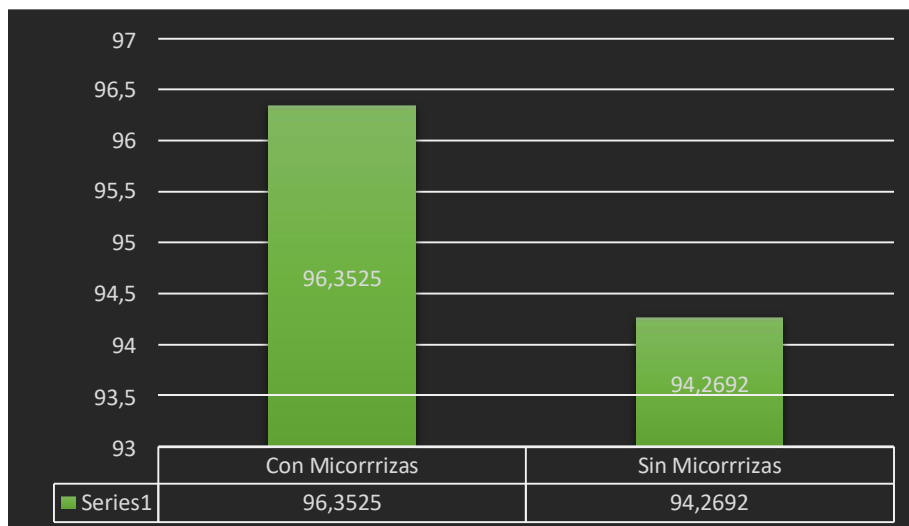
Cuadro 5.- Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento

Fuentes de Variables	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Pr > F
Variedades	3	14.654	4.885	1.08ns	0.3885
Apli. Micorriza	1	26.042	26.042	5.77*	0.0307
Var*Apli.Mico	3	21.154	7.051	1.56ns	0.2426
Error	14	63.170	4.512		
Total	23	141.49			
C.V.=	2.228683				

ns No significativo; *Significativo

En el análisis de varianza para la variable de respuesta porcentaje de prendimiento (Cuadro 5) se puede observar que en el factor variedades de café no existe diferencia significativa, sin embargo, muestra diferencia estadística significativa en el factor aplicación de micorriza. En cuanto a la interacción entre los factores (variedades de café y aplicación de micorriza) no se registró diferencia por lo mismo se descarta realizar el análisis de dependencia de un factor respecto al otro. Una vez identificadas las diferencias de los promedios obtenidos a continuación se prosigue con la prueba DUNCAN a fin de determinar las diferencias entre la aplicación de micorriza.

Figura 3.- DUNCAN Porcentaje de prendimiento.



Realizada la prueba de comparación de medias DUNCAN (0,05) para el factor porcentaje de prendimiento (Figura 3), se observa que la aplicación de micorriza actuó de forma independiente siendo estadísticamente diferente con la aplicación de micorriza y sin aplicación de micorriza, de esta manera se registró que el prendimiento fue favorable con la aplicación de micorriza, sabiendo que mayor al 5% de mortalidad se sufre un daño económico lo cual no es recomendable para el desarrollo productivo.

Así también, Carrizales, C. (2009), indica que el grado de prendimiento de las plántulas de café se debe al proceso de la aclimatación de un lugar a otro de lo cual ocurre la mortalidad de las plántulas durante la fase inicial de la investigación, más que todo por la inadaptación de estos a las condiciones climáticas de la zona.

4.4.- Altura planta

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de la variable de respuesta Altura Planta estos datos fueron tomados a partir del mes de diciembre hasta el mes de abril. (Cuadro 6).

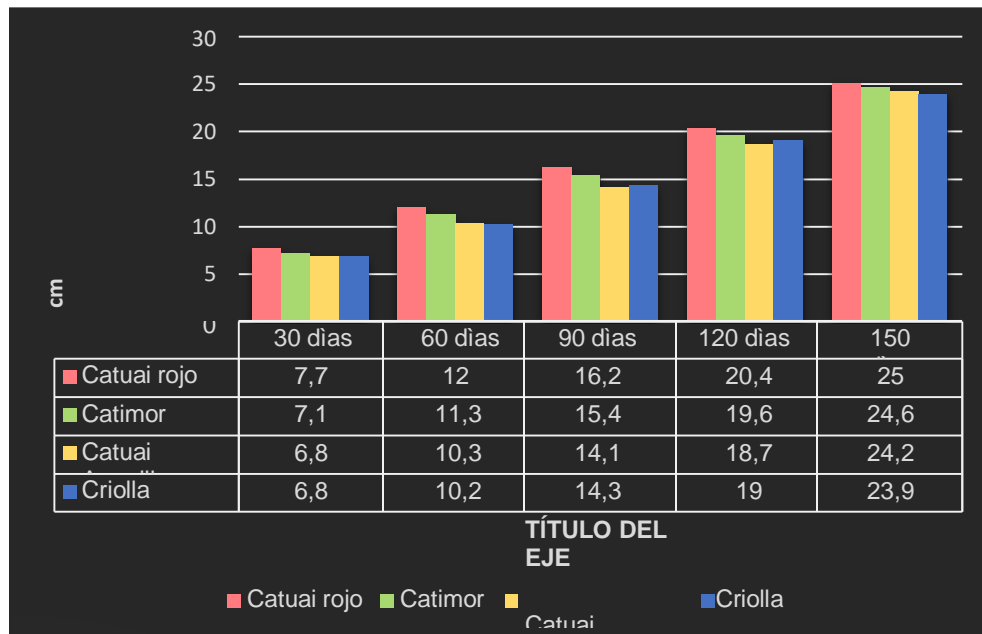
Cuadro 6.- Análisis de varianza para la variable altura planta en diferentes tiempos de evaluación.

Fuentes de Variables	Parámetro	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
Variedades	F cal.	3.60*	9.94**	9.50**	9.40**	3.14ns
	Pr > F	0.0407	0.0009	0.0011	0.0012	0.0590
Aplicación de Micorriza	F cal.	24.32**	23.97**	39.18**	115.29**	96.28**
	Pr > F	0.0002	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001
A*B	F cal.	1.97ns	0.57ns	0.47ns	1.08ns	0.99ns
	Pr > F	0.1647	0.6424	0.7063	0.3897	0.4279
CV (%)		7.933814	5.845083	5.105127	3.059805	2.841508

** Altamente significativo (<1%) * Significativo (1-5%) y NS no significativo (>5%).

Según el análisis de varianza (Cuadro 6) se obtuvo en el factor variedades a los 150 días no significativos, sin embargo, a los 30 días se observa estadísticamente significativo, pero a los 60, 90 y 120 días fue altamente significativo. En el factor aplicación de micorrizas nos demuestra que en todo el ciclo fue altamente significativo. En cuanto a la interacción entre ambos factores (variedades de café y aplicación de micorriza) no se registró diferencia. El coeficiente de variación fue mayor a los 30 días de evaluación con 7,93%, luego en las posteriores evaluaciones fue reduciendo hasta que al final de la evaluación se reportó la más baja variabilidad de los datos con 2,84% (150 días), tales valores estadísticos reportados están dentro de los parámetros permitidos en la investigación agrícola. A continuación, se muestran las figuras donde se plasma los promedios obtenidos a través de la prueba DUNCAN.

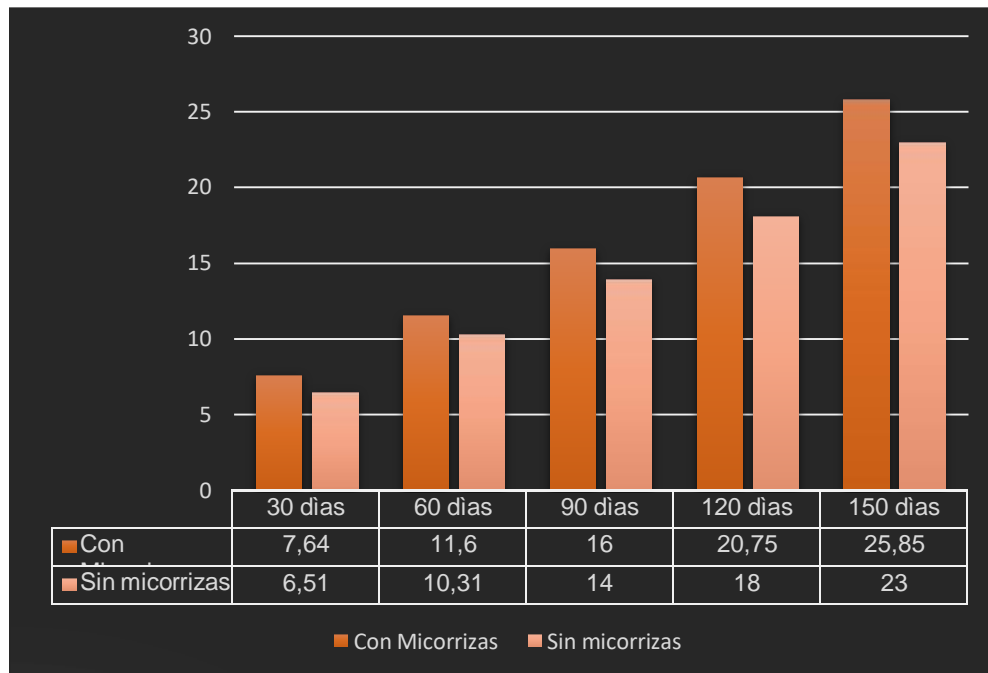
Figura 4.- DUNCAN Altura planta-variedad



Mediante la Figura 4 las barras muestran un crecimiento homogéneo de cuatro variedades de café, siendo la variedad Catuai rojo la que desarrolla mejor durante todo el ciclo en la fase de vivero, mostrando a los 150 días una altura de 25 cm, seguida de la variedad Catimor con 24,6 cm y variedad Criolla 23,9 cm.

INIAF (2016), nos indica que las características físicas de los plantines terminados deben cumplir con una altura mínima de plantas (desde el cuello de la planta) 20 a 35 cm. En plantines de 6 a 7 meses de edad, las cuales se consideran para la comercialización para campo definitivo.

Figura 5.- DUNCAN Altura planta-aplicación de micorrizas



Al igual que el anterior resultado también se observa un crecimiento paralelo tanto con y sin la aplicación de micorrizas, pero con mayor incremento bajo la aplicación de micorriza, tales incrementos en cada evaluación se diferencian de manera significativa, hasta que a los 150 días de evaluación se obtuvo una altura de 25,85 cm bajo la aplicación de micorriza y 23 cm sin la aplicación de micorrizas.

Camey L. C. (2014) y SCIELO (2011), sobre estos resultados afirman que el aumento en altura de plantas micorrizadas está directamente influenciado por el transporte de agua y nutrientes a la planta, así como por la producción de fitohormonas en el sistema micorrícico, es decir que a medida que las plantas se van desarrollando hasta los 150 días

4.5.- Número de hojas

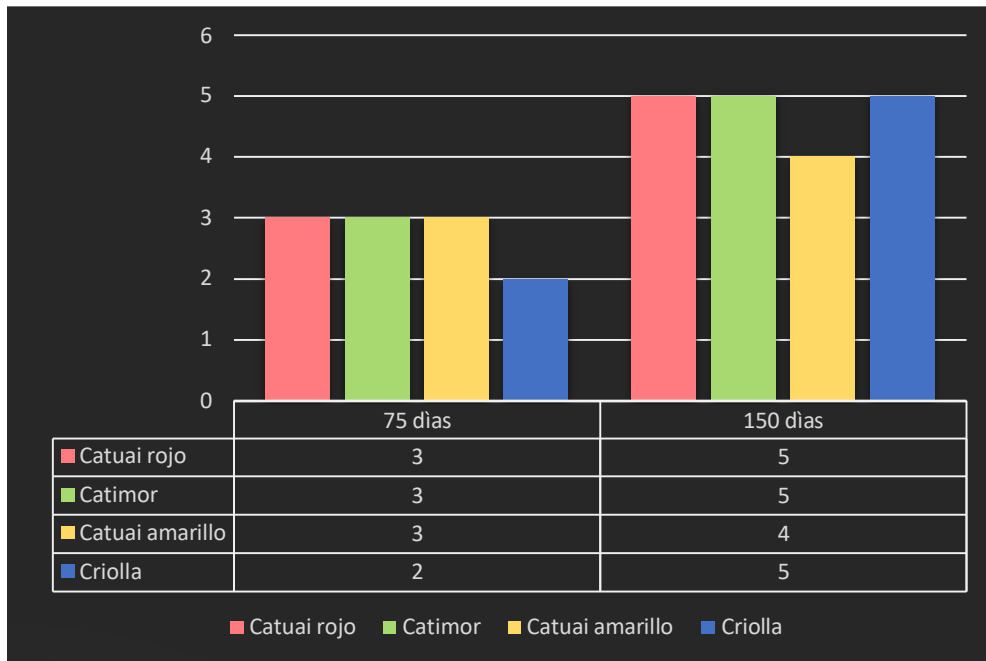
En el Cuadro 7 se muestra los resultados obtenidos de acuerdo al conteo de las hojas de cada unidad experimental. Estos resultados fueron tomados a los 75 y 150 días después del repique de las plantulas.

Cuadro 7.- Análisis de varianza para variable número de hojas en diferentes tiempos de evaluación.

Fuentes de Variables	Parámetro	75 días	150 días
Variedades	F cal.	3.69*	3.33ns
	Pr > F	0.0379	0.0504
Aplicación de Mico- rriza	F cal.	47.25**	25.00**
	Pr > F	<.0001	0.0002
A*B	F cal.	2.14ns	1.67ns
	Pr > F	0.1411	0.2196
CV (%)		10.51520	8.164966
** Altamente significativo (<1%) * Significativo (1-5%) y NS no significativo (>5%).			

En el Cuadro de análisis de varianza (Cuadro 7) para los dos diferentes tiempos de observación, se determinó que en el factor variedades a los 150 días fue no significativo, sin embargo, a los 75 días resultó estadísticamente significativo, en el factor aplicación de micorrizas se observa que tanto a los 75 días como a los 150 días fue altamente significativo. En cuanto a la interacción entre ambos factores (variedades de café y aplicación de micorriza) ambos datos registraron no significativo. El coeficiente de variación mayor con 10.5% y se ve una disminución con 8.2% al final de la investigación, estas variaciones son aceptables dentro del rango permitido para investigaciones agronómicas.

Figura 6.- DUNCAN Numero de hojas-variedad

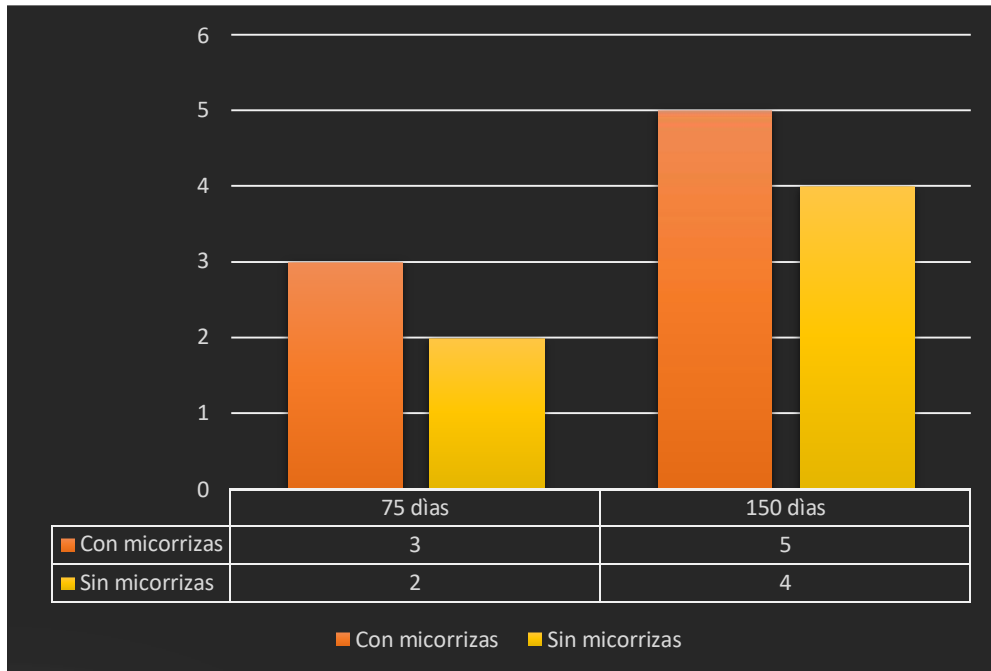


En la figura 6 se observa que a los 75 días las variedades de Catuai rojo, Catimor y Catuai amarillo presentan 3 pares de hojas verdaderas, sin embargo, en el caso de Criolla solo se registra 2 pares de hojas verdaderas, pero a los 150 días se ve que las variedades de Catuai rojo, Catimor y criolla presentan 5 pares de hojas verdaderas y en el caso de la variedad Catuai amarillo solo se observa 4 pares de hojas verdaderas.

INIAF (2016), nos indica en la tabla de características físicas de los plantines terminados, el número mínimo de pares de hojas verdaderas debería ser 5 las cuales se consideran para la comercialización para campo definitivo.

Así también MILO, Y. P. (2011), nos indica que a los plantines de café llegan a alcanzar entre 5 a 6 hojas verdaderas en la fase de vivero para plantines de medio año, esto también va influenciado por las condiciones que reciben los plantines (riego, fertilización, control de malezas y enfermedades).

Figura 7.- DUNCAN Numero de hojas-aplicación de micorrizas



Según la figura 7 se observa que a los 75 días las plantulas de café que tienen aplicación de micorrizas presentan 3 pares de hojas verdaderas a comparación de las plantulas de café que no tuvieron aplicación de micorrizas presentaron 2 pares de hojas verdaderas.

Así también, a los 150 días se ve que las plantulas que tuvieron aplicación de micorrizas presentaron 5 pares de hojas a comparación de las plantulas que no tuvieron aplicación de micorrizas solo presentaron 4 pares de hojas verdaderas.

De manera similar Solano, R. H. (2012), menciona que el número de hojas emitidas por las plantas de los diferentes genotipos de cacao en estudio se vio influenciado de manera significativa por efecto de los diferentes consorcios micorrícicos, épocas de inoculación y no por el factor genotipo ni por efecto de la acción combinada de diferentes factores en estudio.

Como lo menciona este autor la época lluviosa en la que se realizó el estudio también podría ser otra de las razones que estos resultados significativos ocurriesen, ya que los hongos micorrícicos se desarrollan en medios con bastante humedad.

4.6.- Área foliar

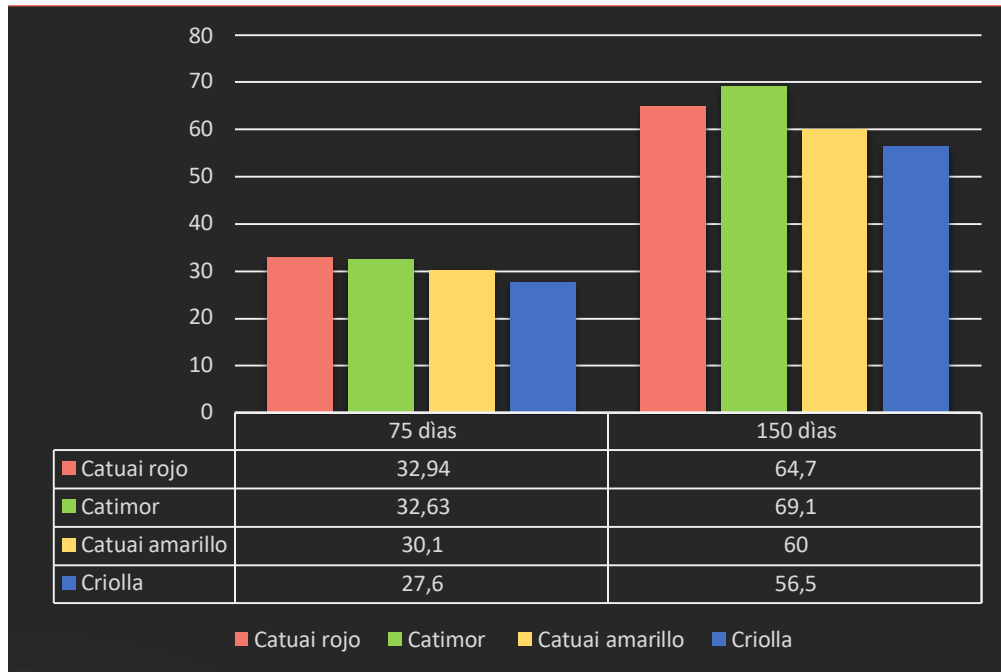
Esta variable se tomó los datos a los 75 días y 150 días después del repique de plantulas de café, el área foliar se calculó a partir de los datos de longitud y ancho de la hoja se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro 8.- Análisis de varianza para variable área foliar en diferentes tiempos de evaluación.

Fuentes de Variables	Parámetro	75 días	150 días
Variedades	F cal.	2.73ns	6.14**
	Pr > F	0.0833	0.0069
Aplicación de Micorriza	F cal.	9.79**	29.38**
	Pr > F	0.0074	<.0001
A*B	F cal.	0.55ns	0.36ns
	Pr > F	0.6586	0.7856
CV (%)		11.91798	8.696176
** Altamente significativo (<1%) * Significativo (1-5%) y NS no significativo (>5%).			

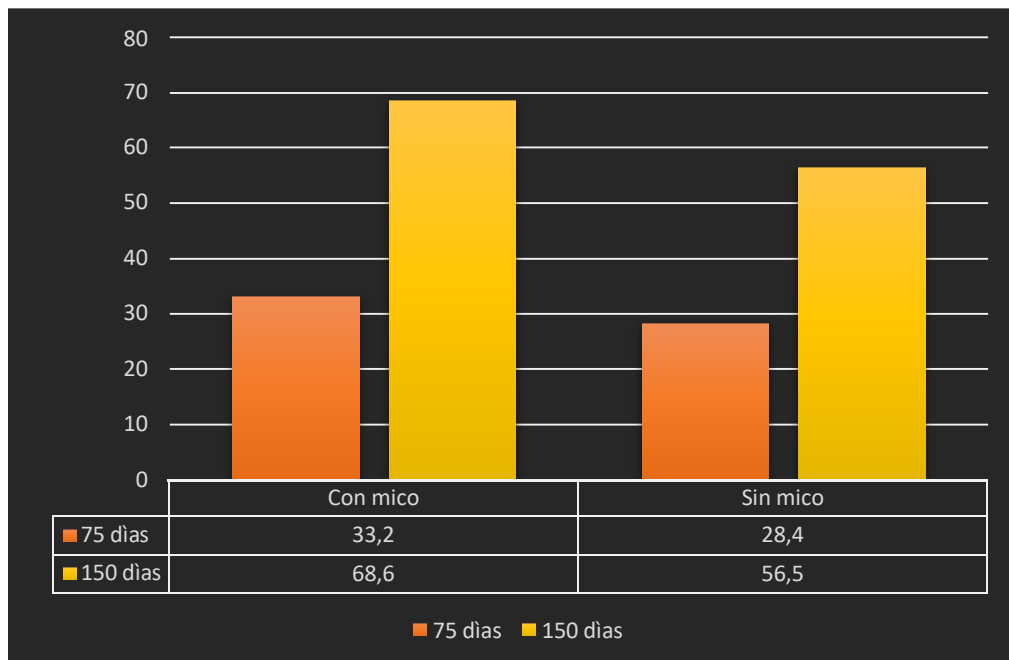
De acuerdo a los resultados de análisis de varianza para la variable área foliar cuadro 8 en el factor variedades se muestra que a los 75 días no se muestra diferencia significativa, sin embargo, a los 150 días se observa una diferencia altamente significativa. Así también en el factor aplicación de micorrizas tanto a los 75 días y 150 días se mostró altamente significativa. En cuanto a la interacción entre ambos factores (variedades de café y aplicación de micorriza) en ambos tiempos no se observa diferencia significativa. El coeficiente de variación mayor con 11.92% y se ve una disminución con 8.7% al final de la investigación, estas variaciones son aceptables dentro del rango aceptable, por lo que los datos son confiables para el análisis de varianza.

Figura 8.- DUNCAN Área foliar-variedad



En la figura 8 se observa que a los 75 días las variedades de Catuai rojo y Catimor presentaron 33 cm², Catuai amarillo se muestra con 30 cm² y con 27,6 cm² se observa la variedad Criolla. Así también a los 150 días se muestran datos diferentes entre variedades como Catuai rojo presenta 64,7 cm², sin embargo, la variedad Catimor se muestra con 69 cm² siendo este el más alto dato de las 4 variedades, en Catuai amarillo se observa un 60 cm² y en Criolla 56,5 cm² siendo el dato más bajo.

CENICAFE (2009), nos menciona que en las plántulas el primer par de hojas verdaderas aparece a los 70 días después de la germinación. De otra parte, se ha observado que en las ramas primarias un par de hojas aparece cada 20 días, aproximadamente. El área promedio que alcanza una hoja a plena exposición solar es de 30 a 35 cm²

Figura 9.- DUNCAN área foliar-aplicación de micorrizas

En la figura 9 nos demuestra que con la aplicación de micorrizas a las plantulas de café a los 75 días alcanzo a tener 33,2 cm², en cambio sin aplicación de micorrizas se observa que se tiene 28,4 cm². De igual manera se ve que a los 150 días con la aplicación de micorrizas llego a alcanzar 68,6 cm² y sin la aplicación de micorrizas 56.5 cm².

Los datos presentados coinciden con los de un estudio realizado por Fernández *et al.* (2002), citado por Rodriguez, J. R. (2011) en que al usar micorrizas de la cepa *Glomus sp.* obtuvieron el valor más alto de 115 cm² a los ocho meses de edad en las plantas tratadas, en comparación al testigo que sólo llego a ser de 90 cm². Esto es clave para confirmar lo que mencionan Blanco y Salas (2007) citado por este mismo autor, que los hongos micorriza arbuscular además de su efecto directo en la nutrición de las plantas inducen cambios fisiológicos que comprenden un aumento en la tasa fotosintética y redistribución del carbono fijado en mayor proporción hacia las raíces, pues al haber un aumento en la tasa fotosintética el área foliar a su vez se va incrementando y se crea un círculo positivo para la planta.

4.7.- Longitud radicular

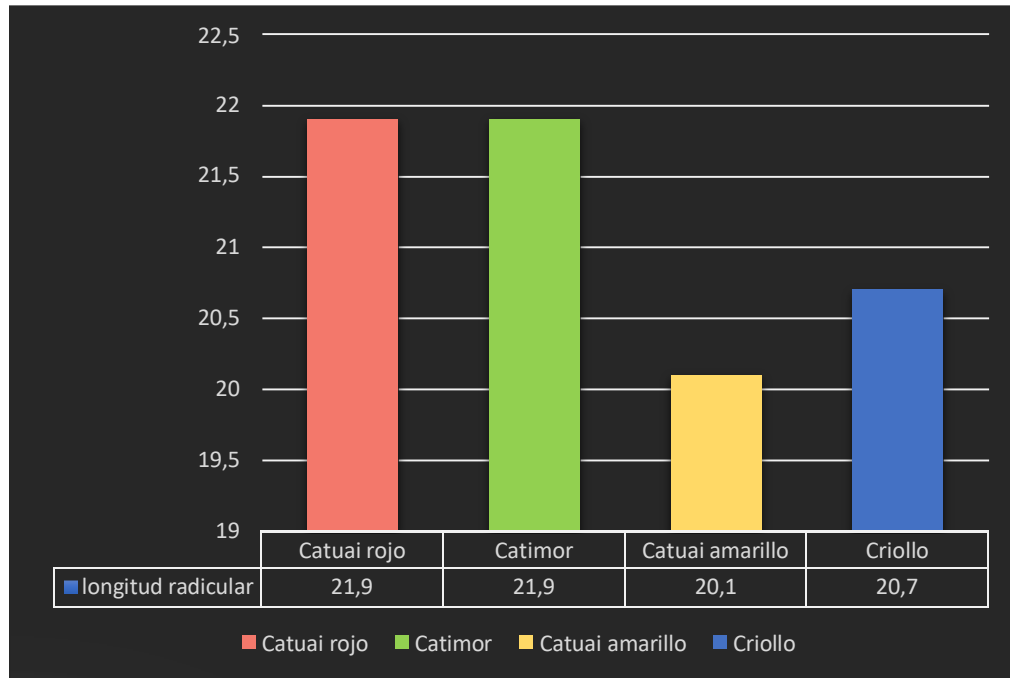
La longitud radicular fue una de las variables más importantes ya que las micorrizas fueron inoculadas a nivel del sistema radicular de las plantas antes del repique, por lo que esta variable fue evaluada para conocer el efecto de la inoculación sobre el crecimiento radicular de las plántulas, como se describe los resultados a continuación.

Cuadro 9.- Análisis de varianza para variable longitud radicular

Fuentes de Variables	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	Pr > F
Variedades	3	9.84031250	3.28010417	2.23ns	0.1299
Aplicación de Micorriza	1	13.87760417	13.87760417	9.43**	0.0083
Var*Appli. Mico	3	1.12364583	0.37454861	0.25ns	0.8568
Error	14	20.59312500	1.47093750		
Total	23	46.25489583			
C.V.=	5.772480				
** Altamente significativo (<1%) * Significativo (1-5%) y NS no significativo (>5%).					

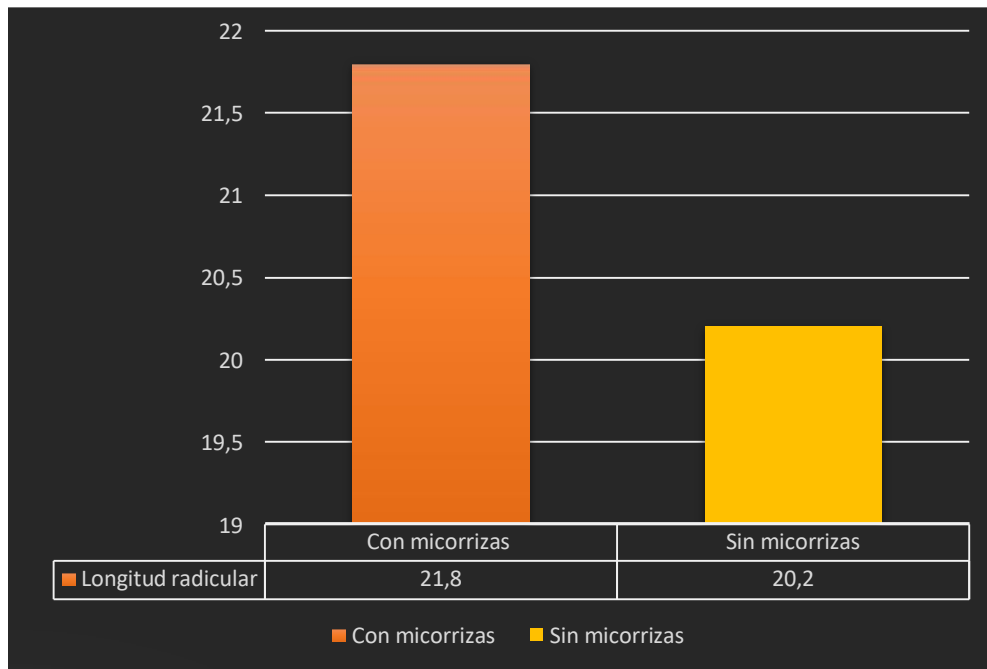
De acuerdo al cuadro 9 los resultados del análisis de varianza para la variable longitud radicular, en el factor variedades no se mostraron diferencias significativas sin embargo en el factor aplicación de micorrizas se observa una diferencia altamente significativa. Con respecto a la interacción entre ambos factores (variedades de café y aplicación de micorriza) no se reportó significativo. El coeficiente de variación fue 5,77% se encuentra dentro del rango aceptable los datos que fueron reportados del trabajo de campo.

Figura 10.- DUNCAN longitud de la raíz-variedades



En la figura 10 se observa que las raíces de las variedades de Catuai rojo y Catimor llegaron a medir 21,9 cm de longitud, sin embargo, en la variedad Criolla su raíz llegó a medir 20,7 cm así también en la variedad Catuai amarillo la raíz llegó a medir 20,1 cm.

INIAF (2016), nos indica en la tabla de características físicas de los plantines terminados, que las raíces para plantines de 6 meses deben llegar a medir de 15 a 20 cm de longitud para ser comercializados y trasplantar a terreno definitivo.

Figura 11.- DUNCAN longitud de la raíz-aplicación de micorrizas

En la figura 11, se muestra que con la aplicación de micorrizas la raíces llegaron a alcanzar 21,8 cm y sin la aplicación de micorrizas a las plantulas de café las raíces llegaron a medir 20,2 cm de largo.

Los resultados obtenidos de esta variable concuerdan con los reportados por Rodríguez y Ortuño (2007) citado por Milo, Y. P. (2011), quienes encontraron un aumento en la longitud de raíz del cultivo de cebolla después de la inoculación con la micorriza, por lo que se demuestra una respuesta positiva de las plántulas de café a la inoculación de micorriza comercial, así también este mismo autor indica que el sustrato es uno de los factores que influye la simbiosis por el tipo de sustrato que se encuentre el hongo dependerá su desarrollo.

4.8.- Análisis económico

Para los costos de producción de plántulas de café se han tomado como datos los costos fijos y variables. Así también se tomó como precio referencial de 4 Bs/plántula de la variedad Catimor y 3,5 Bs/plántula de las otras 3 variedades. (Cuadro 10).

Cuadro 10.- Relación beneficio y costo para la producción de 1536 plántulas de café

Variedad	Aplicación	Costo de	Producción de	Ingreso (Bs)	BB	B/C
Catimor	con	370	192	768	398	1,08
Catuai rojo		346	192	672	326	0,94
Catuai		346	192	672	326	0,94
Criolla		352	192	672	320	0,91
Catimor	sin	340	192	768	428	1,26
Catuai rojo		325	192	672	347	1,07
Catuai		325	192	672	347	1,07
Criolla		326	192	672	346	1,06
TOTAL		2730		5568	2838	1,04

Mediante el Cuadro 10 se determinó que no todos los tratamientos fueron rentables, teniendo con mayor rentabilidad la variedad Catimor sin la aplicación de micorrizas Bs. 0,26 por cada boliviano invertido, seguido por Catimor con la aplicación de micorrizas Bs. 0,08. Mientras que en las variedades de Catuai rojo y amarillo sin la aplicación de micorrizas solo se obtuvo Bs. 0,07. Criolla sin la aplicación de micorrizas Bs. 0,06. En el caso de Criolla, Catuai rojo y amarillo resultaron no rentables ya que los datos mostraron menor a 1.

V. SECCION CONCLUSIVA

5.1 .- Conclusiones específicas

Con el presente estudio se llegó a las siguientes conclusiones específicas:

- ✓ En el porcentaje de prendimiento según el análisis de varianza se observó diferencias no significativas tanto entre variedad, con la aplicación de micorriza y por la interacción de los dos factores. El coeficiente de variación fue de 2,23% con un promedio de 96,35% de prendimiento con la aplicación de micorrizas y sin la aplicación resultó 94,27% de prendimiento.
- ✓ Las variedad Catuai rojo fue la presente mejor respuesta en generar altura llegando a medir 26 y 23 cm, respectivamente con y sin micorrización, siendo diferente en comparación con los demás tratamientos.
- ✓ Con la aplicación de micorrizas se obtuvo 5 pares de hojas por plántula y 4 pares de hojas sin micorrizas, siendo mayor el número de hojas de las variedades Catimor, Catuai rojo y Catuai amarillo frente a la variedad de Criolla que se obtuvo en promedio 4 pares de hojas/plántula.
- ✓ Con la aplicación de micorrizas, a nivel foliar se obtuvo 68,6 cm² en comparación con el testigo que solamente se obtuvo 56,5 cm², tales variaciones han sido estadísticamente significativas
- ✓ La longitud radicular con la aplicación de micorriza fue de 22 cm y sin la aplicación de micorrizas 20 cm. Las variedades que presentaron mayor longitud de raíz fueron Catuai rojo y Catimor con 22 cm.
- ✓ Se obtuvo mayor rentabilidad económica de la variedad Catimor sin la aplicación de micorrizas donde se obtuvo Bs. 0,26 y Catimor con micorrizas Bs. 0,08 por cada boliviano invertido en ambos casos.

5.2.- Conclusión general

La inoculación con micorrizas comerciales ayudó a mejorar las características agronómicas de las plántulas de café, mostrando su efecto tanto a nivel foliar y sistema radicular durante un periodo de 150 días, tal periodo de incubación variaba debido a factores bióticos y abióticos del lugar de estudio. En condiciones las plántulas inoculadas con micorrizas comerciales se han mostrado con respuestas positivas aunque no se reportaron diferencias altamente significativas por la interacción de los dos factores en todas variables estudiadas, solo en área foliar, por lo que la hipótesis planteada se rechaza, caso contrario se acepta la hipótesis alterna afirmándose de que los dos factores de variedad y aplicación de micorriza influyen de manera independiente en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de café, es por ello que los costos de producción fueron rentables en la variedad Catimor con micorrizas Bs. 0,26 y Catimor con micorrizas Bs. 0,08 por cada boliviano invertido en ambos casos.

VI. RECOMENDACIONES

6.1.- Recomendaciones Generales

De acuerdo con los resultados y conclusiones obtenidas en esta investigación se recomienda lo siguiente:

- ✓ Se recomienda el empleo de micorrizas en la fase de vivero ya que en esta etapa es cuando las plántulas empiezan a desarrollar las raíces y estas asimilan nutrientes para un mejor crecimiento en la parte aérea.
- ✓ Para futuras investigaciones se recomienda poder tomar más variables como color del tallo y de las hojas, diámetro del tallo y volumen de raíz.
- ✓ Se recomienda poder hacer la fertilización con abonos orgánicos en las plantulas de café en la fase de vivero obtención de plantulas libres de enfermedad y vigorosas.
- ✓ Realizar la aplicación de micorrizas en la preparación de sustrato para el llenado de macetas de café y repicar en la etapa mariposa.
- ✓ Se recomienda también la realización de los siguientes estudios descriptivo y experimental: Identificación y caracterización de las micorrizas de la zona de estudio, mediante un muestreo de suelos cultivadas de diferentes especies y por comunidad del municipio de Coroico.
- ✓ Se recomienda la realización de talleres informativos para los agricultores de la zona para que puedan realizar la aplicación de micorrizas no solo en café también en otros cultivos y por qué no, poder combinar con abonos orgánicos para ayudar en la asimilación de nutrientes para la planta.

V11.BIBLIOGRAFÍA

Agrios, G. 2007. Fitopatología primera edición. Academic Press Inc. Mexico, D.F. pp 838
Alarcón, H. 2008. Manual del cafeto colombiano. 4 ed. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, cenicafe. Pp. 1-46.

Barrientos, R. 2000. El cultivo de café en la región de los Yungas. La Paz, BO, CIMA. pp. 29-75.

Bolaños Benavides, M. M., A, L. Luna Geller. A. 2007. Las micorrizas, una opción sostenible de manejo de suelos y nutrición de plantas. Corporación colombiana de investigación agropecuaria, CORPOICA. (En línea) consultado el 12/06/2013.

Disponible en <http://books.google.hn/books?id=bTmd-XYrPwC&pg=PA6&lpg=PA6&dq=micorrizas&source=bl&ots=hBqZW4eEx4&sig=Dr81zJMnyHoX81ApAu-RKm8bHA7g&hl=es>

Camey, L. C. 2014. Evaluación de seis dosis de ectomicorrizas sobre la calidad de planta de pino en vivero; San Francisco; Jutiapa. Tesis de Grado. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Sede Regional de Jutiapa. Consultado el 23 de febrero 2016. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/03/Camey-Luis.pdf>

Carrizales, C. 2009. Efecto del biol en diferentes dosis y lugares de aplicación sobre el crecimiento y desarrollo de los plantines de café (*Coffea arabica*) recién establecidos, en la comunidad de Carmen & municipio de Coroico provincia Nor Yungas. Tesis de Grado. UAC -CP. La Paz – Bolivia. 79 pp.

(Consejo estatal de fertilizantes orgánicos). 2015. ficha técnica de micorrizas. Oaxaca- México.

CENICAFE (Centro Nacional de Investigaciones de Café). 2009. Libro Sistemas de producción de café en Colombia. Capítulo 2 crecimiento y desarrollo de la planta de café. (En línea) consultado el 15/08/2018. Disponible en <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>.

Chuquimia, G. 2010. Manual para la producción ecológica del café. La Paz, BO, FECAFEB. pp. 7-14.

CICAFE (Centro de Investigaciones en Café) 2011, Guía Técnica para el Cultivo del Café. 1ra ed. Costa Rica. Pp. 6-9. 3-4

CONACAFE (Consejo nacional del café). 2012. Consejo nacional del café, Nicaragua. Recomiendan renovar cafetales en el norte del país. (En línea) consultado el 29/06/2016. Disponible en <http://www.conacafe.org.ni/>

Cuba, N. 2007. Guía para el cultivo de café en yungas. La paz, BO, Unidad Académica Campesina. Universidad Católica Boliviana. pp. 7-72.

DESCO, 2012. Manual técnico. Producción de cafés especiales. Programa Selva Central. 1ra ed. Lima Perú. Pp. 11-14.

Economía, 2004. El café de los Yungas se cotiza en la bolsa de Nueva York (en línea). La Paz consultado 23 de marzo de 2016. Disponible en <http://www.bolivia.com/noticias/autonoticias/DetalleNoticias20887.asp>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2012. Coffee, Medium-term prospects for agricultural commodities. (En línea) consultado el 29 de septiembre 2018. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/y5143e/y5143e0v.htm>

Google earth, 2016. Programa de Ubicación satelital para mapas topográficos.

INIAP (Instituto Nacional De Inovacion Agropecuaria Y Forestal). 2016. Norma Especifica para la certificación de plantines de café (*Coffea arabica spp.*). Pp. 186-187.

- Mamani, A. 2008. Caracterización del cultivo del café 1ra edición – Bolivia, Pp. 30-40.
- MDRAyMA 2008 Experiencias del Cultivo de Café en Bolivia. Ministerio de desarrollo Rural Agropecuario y medio Ambiente edición de unidad de producción agropecuaria, Agroforestal y pesca. Pp. 1-32.
- Milo, Y. P. 2011. Respuesta de la inoculación de micorrizas en plántulas de aguacate *Persea americana* Mill variedad Hass en diferentes sustratos. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 99 pp. Consultado el 17 de mayo 2017. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3659/1/7075001.2011.pdf>.
- Monroig, M. 2007. Manual para la propagación del cafeto 1ra edición - Puerto Rico. Pp 3-12. ORGANICOOP, 2007. Café de Bolivia (en línea) La Paz. Consultado el 20 de abr de 2016. Disponible en <http://organicoop.blogspot.com/2007/10/caf-de-bolivia.html>
- PDM, 2010. Plan De Desarrollo Municipal De Coroico. Primera sección municipal, Prefectura del departamento de la paz 16, 17 -23 p.
- Romero Oseguera, G. A. 2006. Determinación de la dosis del biofertilizante Mycoral® en semillero, vivero y establecimiento del café, en El Paraíso, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 29 p. (En línea) consultado el 12/06/2013. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/935/1/T2309.pdf>
- Rodríguez, J. R. 2011. Efecto del biofertilizante Mycoral® (micorriza arbuscular) en el desarrollo del café (*Coffea arabica* L.) en vivero en Zamorano, Honduras. Tesis de Grado. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. 44 pp. Consultado el 27 de mayo 2017. Disponible en: Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1415/1/T1271.pdf>
- Soliebe, 2005, Guía del técnico productor café mojsa, programa de desarrollo y reactivación Económica en los yungas de la paz, Bolivia. PUBLIXPRESS. Pp 50.

Solano, R. H. 2012. Efecto de la fertilización con N P K, sobre el desarrollo, estado nutricional y rendimiento de plantines de cacao (*Theobroma cacao*) inoculadas con micorrizas arbusculares nativas, en Santo Domingo.

Sotomayor I; Duciela, L. 2008. Botánica. El manual del cultivo de café. Ignacio Sotomayor. Quevedo, Ecuador y estación experimental tropical pichelingue. pp. 19-27.

SCIELO, 2011. Artículo. Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México. (En línea) consultado el 29/08/2018. Disponible en

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-0934201100030000

Villca, R. 2001. Evaluación de la erosión hídrica en un sistema agroforestal Café (*Coffea arábica*) con Sikili (*Inga adenophilla*) bajo dos métodos de control de chonta y machete en Carmen Pampa. Nor Yungas – La Paz Bolivia. p. 26 – 27.

GLOSARIO

Almacigo. - Son cajas o recipientes en los cuales se tiene sustrato (arena) para colocar las semillas de una determinada especie y de esta manera controlar la germinación hasta el tiempo de trasplante.

Aplicación. - Son procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos mediante los cuales se cambian las características de los residuos orgánicos y se reduce el volumen.

Gallinaza. - Es el excremento o estiércol de las gallinas descompuesto, rico en nutrientes e ideal para usar como abono para plantas.

Hongos. - Son organismos eucariotas unicelulares y pluricelulares heterótrofos que carecen de clorofila, pudiendo ser su medio de reproducción sexual, la mayor parte de ellos son saprofitos por vivir sobre organismos muertos.

Influencia. - es la acción y efecto de influir. Este verbo se refiere a los efectos que una cosa produce sobre otra.

Inoculación. - En biología **es** ubicar algo que crecerá y se reproducirá

Micorrizas. – La palabra micorriza, de origen griego, define la simbiosis entre un hongo (mycos) y las raíces (rhizos) de una planta. Como en muchas relaciones simbióticas, ambos participantes obtienen beneficios. En este caso la planta recibe del hongo principalmente nutrientes minerales y agua, y el hongo obtiene de la planta hidratos de carbono y vitaminas que él por sí mismo es incapaz de sintetizar mientras que ella lo puede hacer gracias a la fotosíntesis y otras reacciones internas.

Microorganismos. - Organismos vivos microscópicos (bacterias y hongos).

Repique. – Es la acción introducir plantulas seleccionadas de una determinada especie a una maceta.

Sustrato. – Es aquel material solido el cual fue manipulado y acondicionado, muchas veces este es un producto rico en nutrientes porque tiene mezcla de insumos.

Variedad. - Conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo.

ANEXOS

ANEXO 1.- DATOS OBTENIDOS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

VARIEDAD	MICORRIZAS	REP.	% DE PRENDI-MIENTO
Catimor	Con Micorriza	1	100,00
Catimor	Con Micorriza	2	96,87
Catimor	Con Micorriza	3	100
Catimor	Sin Micorriza	1	95,31
Catimor	Sin Micorriza	2	95,31
Catimor	Sin Micorriza	3	92,19
Catuai Rojo	Con Micorriza	1	100,00
Catuai Rojo	Con Micorriza	2	95,31
Catuai Rojo	Con Micorriza	3	93,75
Catuai Rojo	Sin Micorriza	1	93,75
Catuai Rojo	Sin Micorriza	2	92,18
Catuai Rojo	Sin Micorriza	3	95,31
Catuai amarillo	Con Micorriza	1	96,87
Catuai amarillo	Con Micorriza	2	95,31
Catuai amarillo	Con Micorriza	3	93,75
Catuai amarillo	Sin Micorriza	1	96,87
Catuai amarillo	Sin Micorriza	2	92,19
Catuai amarillo	Sin Micorriza	3	92,19
Criolla	Con Micorriza	1	96,87
Criolla	Con Micorriza	2	93,75
Criolla	Con Micorriza	3	93,75
Criolla	Sin Micorriza	1	92,19
Criolla	Sin Micorriza	2	96,87
Criolla	Sin Micorriza	3	96,87

Variedad	Micorrizas	Rep.	Altura planta (cm)				
			30 días	60 días	90 días	120 días	150 días
Catimor	Con	1	7,03	11,92	17,78	21,50	24,56
Catimor	Con	2	7,79	11,70	15,06	20,00	26,29
Catimor	Con	3	8,15	12,64	16,90	21,67	26,97
Catimor	Sin	1	6,69	10,51	14,90	18,50	22,75
Catimor	Sin	2	6,40	10,56	14,08	18,10	23,15
Catimor	Sin	3	6,82	10,28	13,53	17,98	24,00
Catuai R	Con	1	8,83	13,08	16,86	21,04	27,00
Catuai R	Con	2	8,35	12,98	17,81	22,17	26,69
Catuai R	Con	3	8,89	12,22	16,98	22,67	26,84
Catuai R	Sin	1	5,92	10,42	15,06	18,50	23,43
Catuai R	Sin	2	7,86	11,86	15,24	19,07	23,38
Catuai R	Sin	3	6,09	11,32	15,04	19,00	23,08
Catuai A	Con	1	6,87	10,67	14,90	19,50	25,31
Catuai A	Con	2	7,21	10,72	14,81	20,00	26,08
Catuai A	Con	3	7,32	11,28	14,72	19,65	25,50
Catuai A	Sin	1	5,87	9,67	13,97	18,33	23,18
Catuai A	Sin	2	6,10	9,86	11,83	16,83	22,07
Catuai A	Sin	3	7,50	9,73	14,47	18,17	23,37
Criolla	Con	1	6,81	11,56	15,06	20,17	25,85
Criolla	Con	2	6,75	9,28	14,81	19,73	24,67
Criolla	Con	3	7,67	11,11	15,88	20,83	24,46
Criolla	Sin	1	6,49	10,42	13,94	18,33	23,40
Criolla	Sin	2	5,95	9,03	12,85	17,33	22,23
Criolla	Sin	3	6,42	10,14	13,20	17,50	22,77

Variedad	Micorrizas	Rep.	Número de hojas (pares)	
			75 días	150 días
Catimor	Con Micorriza	1	3	6
Catimor	Con Micorriza	2	3	6
Catimor	Con Micorriza	3	3	6
Catimor	Sin Micorriza	1	3	4
Catimor	Sin Micorriza	2	3	5
Catimor	Sin Micorriza	3	2	5
Catuai Rojo	Con Micorriza	1	3	5
Catuai Rojo	Con Micorriza	2	3	6
Catuai Rojo	Con Micorriza	3	3	6
Catuai Rojo	Sin Micorriza	1	2	5
Catuai Rojo	Sin Micorriza	2	2	5
Catuai Rojo	Sin Micorriza	3	2	4
Catuai amarillo	Con Micorriza	1	3	5
Catuai amarillo	Con Micorriza	2	3	5
Catuai amarillo	Con Micorriza	3	3	5
Catuai amarillo	Sin Micorriza	1	2	4
Catuai amarillo	Sin Micorriza	2	2	5
Catuai amarillo	Sin Micorriza	3	2	5
Criolla	Con Micorriza	1	3	5
Criolla	Con Micorriza	2	3	5
Criolla	Con Micorriza	3	2	5
Criolla	Sin Micorriza	1	2	4
Criolla	Sin Micorriza	2	2	5
Criolla	Sin Micorriza	3	2	4

Variedad	Micorrizas	Área foliar	
		75 días	150 días
Catimor	Con Micorriza	35,87	71,75
Catimor	Con Micorriza	36	73,75
Catimor	Con Micorriza	37,68	79,28
Catimor	Sin Micorriza	27,85	67,75
Catimor	Sin Micorriza	30,37	62,75
Catimor	Sin Micorriza	28,06	59,53
Catuai Rojo	Con Micorriza	30,75	64,50
Catuai Rojo	Con Micorriza	40,22	78,44
Catuai Rojo	Con Micorriza	34,87	71,50
Catuai Rojo	Sin Micorriza	28,84	57,69
Catuai Rojo	Sin Micorriza	36,75	68,50
Catuai Rojo	Sin Micorriza	26,2	47,41
Catuai amarillo	Con Micorriza	33,85	64,75
Catuai amarillo	Con Micorriza	32,26	66,25
Catuai amarillo	Con Micorriza	29,84	61,69
Catuai amarillo	Sin Micorriza	32,5	60,81
Catuai amarillo	Sin Micorriza	29,75	58,50
Catuai amarillo	Sin Micorriza	22,43	47,87
Criolla	Con Micorriza	25,44	58,87
Criolla	Con Micorriza	27,25	67,00
Criolla	Con Micorriza	34,08	65,37
Criolla	Sin Micorriza	23,4	50,53
Criolla	Sin Micorriza	28,9	54,81
Criolla	Sin Micorriza	26,75	42,50

Variedad	Micorrizas	Longitud radicular 150dias(cm)
Catimor	Con Micorriza	23,75
Catimor	Con Micorriza	22,25
Catimor	Con Micorriza	22,25
Catimor	Sin Micorriza	19,00
Catimor	Sin Micorriza	21,25
Catimor	Sin Micorriza	22,75
Catuai Rojo	Con Micorriza	22,25
Catuai Rojo	Con Micorriza	21,90
Catuai Rojo	Con Micorriza	22,50
Catuai Rojo	Sin Micorriza	19,25
Catuai Rojo	Sin Micorriza	20,50
Catuai Rojo	Sin Micorriza	21,25
Catuai amarillo	Con Micorriza	21,50
Catuai amarillo	Con Micorriza	21,50
Catuai amarillo	Con Micorriza	18,60
Catuai amarillo	Sin Micorriza	21,00
Catuai amarillo	Sin Micorriza	19,50
Catuai amarillo	Sin Micorriza	18,75
Criolla	Con Micorriza	22,00
Criolla	Con Micorriza	22,25
Criolla	Con Micorriza	20,50
Criolla	Sin Micorriza	19,75
Criolla	Sin Micorriza	20,50
Criolla	Sin Micorriza	19,50

ANEXO 2.- COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA PLÁNTULAS DE CAFÉ.

Materiales	Unidad	Cantidad (kilo)	Precio unidad en Bs.	Costo total en Bs.
Costos variables				
Semillas de café Catimor	Kg	0,5	150	75
Semillas de café Catuai rojo.	Kg	0,5	100	50
Semillas de café Catuai	Kg	0,5	100	50
Semillas de café Typica	Kg	0,5	100	50
Recipientes	Unid	8	8	64
Arena	m3	0,15	250	37,5
Tierra Vegetal	m3	3	215	645
Gallinaza	m3	1	140	140
Arena	m3	0,21	250	52,5
Bolsitas de polietileno (11X17)	Paquete de 100	16	11	176
Micorrizas	Kg	2	50	100
Mano de obra	Jornal	10	100	1000
Total				2440
Costos fijos				
Pala	Pieza	2	70	140
Picota	Pieza	1	75	75
cernidor	pieza	1	20	20
Plancha (letreros)	Lamina	1	15	15
Pintura	lata	2	10	20
perforadora	Pieza	1	20	20
Total costo fijo				290
Costo total investigación				2730

ANEXO 3.- FICHA TECNICA DE LOS HONGOS MICORRIZA



Es considerado como biofertilizante y promotor de crecimiento por la presencia de biobacillus, la actividad de microorganismos nativos y benéficos para distintos cultivos, entre los más comunes, hortalizas, papa, maíz, frutales. Café, etc.

Dentro las funciones más específicas de las MICORRIZAS, son las de aumentar la eficiencia de la asimilación del fósforo por las plantas por medio de la raíz, mejorar la retención de la humedad y al entrar en simbiosis, aumentar la eficiencia de absorción de nutrientes y de lugares más alejados del sistema radicular.

Por estar en constante desarrollo radicular y la actividad simbiótica, mejora la estructura del suelo y la aireación, traduciendo mejores condiciones para la fertilidad del cultivo. Aumenta la dinámica de actividad microbiana del suelo al ser un hongo que participa en el complejo de vida del suelo.

Mayor absorción de agua y mejora la tolerancia a estrés hídrico. Desarrollo de fitomasa en superficie foliar.

Mejora la absorción principalmente de fósforo y otros nutrientes.

Supresión de las principales enfermedades del suelo por la presencia del biobacillus y otras propiedades de promotor de crecimiento

ECOMIC se aplica en siembra a surco abierto, siempre sobre materia orgánica, estiércol, huano, compost, etc. Y con humedad necesaria de siembra para activar su actividad microbiana.

En un biofertilizante y promotor de desarrollo, en base a microorganismos de flora y fauna silvestre nativa benéficos, glomus sp. Bacillus subtilis con excelentes resultados.

- ✓ Mayor fitomasa, aumento de superficie radicular.
- ✓ Absorción de agua mayor y mejor tolerancia a estrés hídrico
- ✓ Mejora la absorción de nutrientes como el fosforo y otros.
- ✓ Controla enfermedades del suelo, Damping off, etc.
- ✓ Activación del sistema de resistencia inducida a las enfermedades.

Composición:

Glumus fasciculatum y G. etanicatum

(40 esp/gr).....0.25% Ca CO₂
25%

Bacillus subtilis

(6*10*UFC).....0.01% Arcillas y
 talcos (inertes).....74.74%

TOTAL.....100%

Mantiene activo el producto bajo condiciones diversas de clima y bastante MO dentro las principales propiedades físicas son (Ph 5 -9. Optima Ph 7 y Teemperatura de 8 a 40 °C) Aplicación directa y sobre materia orgánica.

Es importante realizar la aplicación con materia orgánica descompuesta, para una mejor multiplicación de los microorganismos y establecimiento para un efecto positivo.

CULTIVO	EFECTO SOBRE EL CULTIVO	DOSIS
HABA	Biofertilizante promotor de crecimiento, control de enfermedades de suelo.	10 kg/200 kg de materia orgánica y aplicación al aporque, a surco abierto
MAIZ	Control de enfermedades de suelo contra marchitez y otros. Biofertilizante y promotor de crecimiento, activador a la re- sistencia	Inoculación de semillas con 5 litros de agua, formando una solución pastosa y luego em- badurnar las semillas,

PAPA	Control de enfermedades de suelo como (<i>rhizoctonia so- lani</i>) y otros. Biofertilizante y promotor de crecimiento	
HORTALIZAS	Control de enfermedades de suelo como (<i>damping off</i>) y otros. Biofertilizante y promotor de crecimiento	20 kg/Ha, mezcla con materia orgánica 200 kg y aplicar en aporque al cuello de la planta., en semillero con mez- cla de MO o directamente a
FRUTALES CAFÉ, CACAO, FO- RESTALES	Control de enfermedades de suelo como (<i>rhizoctonia so- lani</i>) y otros. Biofertilizante y promotor de crecimiento	Mezcla 20 kg/ 200 kg de ma- teria orgánica y utiliza como sustrato. Inoculación de plantulas con 2 litros de agua, formando una solución pastosa después de embadurnar esperar 1 a 3 horas y proceder con el tras- plante.

- ✓ No ingerir o inhalar. Evite el contacto con los ojos.
- ✓ Leer bien las instrucciones antes de usar el producto.
- ✓ Almacenar en su propio envase en un lugar fuera del sol, seco y fresco.
- ✓ No dejar al alcance de los niños y animaleS



MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : *DAVID GUZMAN VARGAS*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia: NOR YUNGAS
Municipio: COROICO

NO SOLICITUD: *108A / 2020*
FECHA DE RECEPCION : *16 / Noviembre / 2020*
FECHA DE ENTREGA : *03 / Diciembre / 2020*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO : I Comunidad San Pedro de la Loma*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
328-01 /2017	pH en agua 1:5	7,48	-	Potenciometría
328-02 /2017	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,414	dS/m	Conductancia
328-03 /2017	pH en KCl 1 N, 1:5	6,72	-	Potenciometría
328-04 /2017	Manganeso	33,88	ppm	Absorción atómica
328-05 /2017	Potasio Intercambiable	1,23	meq/100 g	Emisión atómica
328-06 /2017	Materia orgánica	6,47	%	Walkley Black
328-07 /2017	Nitrógeno total	0,39	%	Kjeldahl
328-08 /2017	Fósforo asimilable	439,74	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES,- ** Potasio intercambiable extraído con Acetato de amonio 1 N.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.



MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : **DAVID GUZMAN VARGAS**
 PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia Nor Yungas, COROICO
SAN PEDRO DE LA LOMA

NO SOLICITUD: **224 / 2020**
 FECHA DE RECEPCION : **12 / Octubre / 2020**
 FECHA DE ENTREGA : **05 / Noviembre / 2020**
 N° Factura : **6865 / 20**

DESCRIPCIÓN : *Muestra de suelo.*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
561-01 /2020	TEXTURA	ARENA	44	%	Hidrómetro de Bouyoucos
561-02 /2020		ARCILLA	24	%	Hidrómetro de Bouyoucos
561-03 /2020		LIMO	32	%	Hidrómetro de Bouyoucos
561-04 /2020		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
561-05 /2020		GRAVA	3,5	%	Gravimetría
561-06 /2020	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
561-07 /2020	pH en agua 1:5	5,57	-	Potenciometría	
561-08 /2020	pH en KCl 1N, 1:5	5,46	-	Potenciometría	
561-09 /2020	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,119	dS/m	Potenciometría	
561-10 /2020	CATIONES	Acidez de cambio (Al+H)	0,04	meq/100 g	Volumetría
561-11 /2020		Calcio	5,19	meq/100 g	Absorción atómica
561-12 /2020		Magnesio	2,24	meq/100 g	Absorción atómica
561-13 /2020		Sodio	0,10	meq/100 g	Emisión atómica
561-14 /2020		Potasio	0,24	meq/100 g	Emisión atómica
561-15 /2020		Total de bases	7,78	meq/100 g	Suma de base
561-16 /2020		C. I. C.	7,82	meq/100 g	Volumetría
561-17 /2020		SATURACIÓN BÁSICA	99,5	%	Cálculo matemático
561-18 /2020	Materia Orgánica	2,65	%	Walkley Black	
561-19 /2020	Nitrógeno total	0,14	%	Kjeldahl	
561-20 /2020	Fósforo asimilable	6,48	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES.- ** Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.
 C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
 CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
 L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenoso Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
 A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO
 JORGE CHUNGARA C.