



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“RESPUESTA AGRONÓMICA DE PLANTAS DE CAFÉ ARÁBICA
(*Coffea arábica*) A LA APLICACIÓN DE ABONOS EDÁFICOS Y
FOLIARES”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio

DIRECTOR:

Ing. Ricardo Luna Murillo M Sc.

LA MANÁ - ECUADOR

MARZO – 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“RESPUESTA AGRONÓMICA DE PLANTAS DE CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arabica*) A LA APLICACIÓN DE ABONOS EDÁFICOS Y FOLIARES”**, siendo el Ing. Ricardo Luna Murillo M Sc. director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio

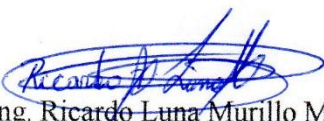
C.I. 1206054460

AVAL DEL DIRECTOR

En calidad de Director del Proyecto de Investigación sobre el tema: **“RESPUESTA AGRONÓMICA DE PLANTAS DE CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arábica*) A LA APLICACIÓN DE ABONOS EDÁFICOS Y FOLIARES”**, de Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio, de la carrera Ingeniería Agronómica, considero que dicho Proyecto Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Marzo del 2017.

El Director


Ing. Ricardo Luna Murillo M Sc.

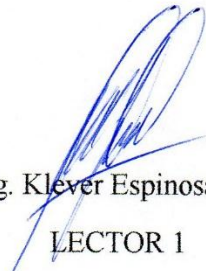
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

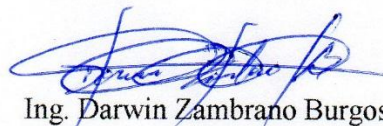
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Proyecto de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio con el título de Proyecto de Investigación: **“RESPUESTA AGRONÓMICA DE PLANTAS DE CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arábica*) A LA APLICACIÓN DE ABONOS EDÁFICOS Y FOLIARES”**; han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.


Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, Marzo del 2017

Para constancia firman:


Ing. Klever Espinosa Cunuhay M Sc.
LECTOR 1


Ing. Darwin Zambrano Burgos M Sc.
LECTOR 2


Ing. Vicente Vásquez Moran M Sc.
LECTOR 3

Agradecimiento

Quiero agradecer ante todo a Dios por guiar mi camino y poner en mi mente ideas lucidas que facilitaron concluir mi meta.

De manera especial quiero agradecer a mí querida madre Rosa Pilaguano quien siempre estuvo a mi lado dándome fuerzas y aliento para seguir adelante.

De igual manera quiero agradecer a mi asesor de proyecto Ing. Ricardo Luna Murillo, por aportar con sus ideas y guiar de la forma más correcta en el desarrollo de esta investigación.

Milton Fabricio

Dedicatoria

Al finalizar el presente trabajo primeramente le dedico a Dios y a mis padres Juan y Rosita, y a todos aquellos quienes criticaron que no iba ser posible, les agradezco porque con sus críticas solo hicieron que sea fuerte y demostrarle todo lo contrario, que con la ayuda de Dios y sacrificio se logra cualquier meta propuesta.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

Latacunga – Ecuador



TEMA: RESPUESTA AGRONÓMICA DE PLANTAS DE CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arábica*) A LA APLICACIÓN DE ABONOS EDÁFICOS Y FOLIARES”

Autor: Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se llevó a cabo un proyecto de investigación en el centro experimental Playita de la Universidad Técnica de Cotopaxi del cantón La Mana. Esta investigación es de tipo experimental ya que promueve variables de estudio tanto en respuesta agronómica como en el rendimiento de cultivo de café con la aplicación de dos fertilizantes foliares y edáficos. El café es uno de los productos más populares en todo el mundo. Esta preferencia ha sido galardonada con el segundo lugar en productos de gran importancia económica. La calidad del café depende de muchos factores, principalmente en tres áreas: agricultura, industrialización y almacenamiento. Los factores determinantes en el cultivo son el tipo de especies y variedades, así como las condiciones agronómicas y ambientales. Los criterios utilizados para establecer la calidad del café son la variedad genética, el tipo de cultivo y el proceso de industrialización. El documento preestablecido tiene como objetivo explorar el procesamiento del café y sus tratamientos, también las enfermedades y las plagas que atacan durante su desarrollo.

Palabras clave: Café, Café arábica L. Plagas Enfermedades

COTOPAXI TÉCNICA UNIVERSITY
AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES ACADEMIC FACULTY
Latacunga – Ecuador



TOPIC: "AGRONOMICAL RESPONSE IN COFFE ARABICA COFFEE (*Coffea arabica*) TO THE IMPLEMENTATION OF FERTILIZER SOIL AND FOLIAR"

Author: Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio

PROJECT DESCRIPTION

The research project was carried out in the experimental center “La Playita” of the technical university of Cotopaxi La Maná. This research is the experimental type as it promotes studing variables both in agronomic response and the planting of coffee with the application of two foliar and edaphic fertilizers. Coffee is one of the most popular products around the world. This preference has been awarded second place in the products of major economic importance woldwide. The quality of coffee depends on many factors, mostly include three areas: Farming, industrialization and storage. The determining factors in the crop are the kind of species and varieties, as well as agronomic and environmental conditions. The criteria used to establish coffee quality is the genetic variety, crop type and process of industrialization. The preset document aims to explore coffee processing and its treatments, also diseases and pests that attack during the pre and post -harvest.

Key Words: Coffee, Coffee arabica L plagues and diseases



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Centro
Cultural de
Idiomas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio cuyo título versa **“Respuesta agronómica de plantas de café arábica (*Coffea arábica*) a la aplicación de abonos edáficos y foliares”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, Marzo del 2017

Atentamente

Lic. Kevin Rivas

DOCENTE

C.I. 1311248049

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL DIRECTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria.....	v
DESCRIPCION DEL PROYECTO	vii
PROJECT DESCRIPTION	viii
CERTIFICACIÓN.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1 El cultivo del café.....	6
8.1.1 Generalidades	6
8.1.2 Origen.....	7
8.1.3 Clasificación Taxonómica	8

8.1.4	Valor Nutricional.....	9
8.1.5	Valor Económico.....	9
8.2	Descripción del cultivo.....	9
8.2.1	Raíz.....	9
8.2.2	Tallo.....	10
8.2.3	Hojas.....	10
8.2.4	Flores	10
8.2.5	Frutos	11
8.2.6	Semillas	11
8.3	Agrotecnia del cultivo	11
8.3.1	Clima y Suelo	11
8.3.2	Elementos esenciales para la nutrición del café	12
8.4	Mecanismos de producción	13
8.4.1	Labores de Limpieza	13
8.4.2	Propagación	13
8.4.3	Sombra	14
8.4.4	Trasplante	14
8.4.5	La Poda.....	14
8.4.6	Plagas y Enfermedades.....	15
8.5	Biol	20
8.5.1	Importancia.....	21
8.5.2	Funciones del biol.....	21
8.5.3	Frecuencia y dosis recomendada	21
8.6	Vermicompost	22
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	24
10.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
10.1	Metodología.....	24

10.2	Diseño experimental.....	25
10.3	Tratamientos	26
10.4	Unidad experimental.....	26
10.5	Variables a evaluar	26
10.6	Análisis e interpretación de resultados	27
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
11.1	Análisis de textura de suelo	27
11.2	Análisis de elementos de suelo.....	27
11.3	Altura de planta	28
11.4	Incremento de la altura de planta.....	29
11.5	Diámetro de planta.....	30
11.6	Incremento del diámetro de planta	30
11.7	Número de ramas.....	31
12.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	32
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
14.	BIBLIOGRAFÍA	34
15.	ANEXOS	37

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. CONDICIONES AGRO METEOROLÓGICAS	25
CUADRO 2. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA	25
CUADRO 3. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	26
CUADRO 4. UNIDADES EXPERIMENTALES	26
CUADRO 5. TEXTURA DEL SUELO	27
CUADRO 6. COMPARACIÓN DE ELEMENTOS DEL SUELO	28
CUADRO 7. ALTURA DE PLANTAS DE CAFÉ.....	29
CUADRO 8. INCREMENTO ALTURA DE PLANTA	29
CUADRO 9. DIÁMETRO DE PLANTA	30
CUADRO 10. INCREMENTO DEL DIÁMETRO DE TALLO EN PLANTAS DE CAFÉ	31
CUADRO 11. NÚMERO DE RAMAS.....	31
CUADRO 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	32

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: FOTOS DE LA INVESTIGACIÓN	37
ANEXO 2: ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE SUELO ANTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
ANEXO 3: ANÁLISIS DE TEXTURA DE SUELO	39
ANEXO 4: ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE SUELO DESPUÉS DE LA INVESTIGACIÓN	40
ANEXO 5: ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONO	40

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: “RESPUESTA AGRONÓMICA DE PLANTAS DE CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arábica*) A LA APLICACIÓN DE ABONOS EDÁFICOS Y FOLIARES”

Fecha de inicio: Agosto 2016

Fecha de finalización: Marzo 2017

Lugar de ejecución: Centro Experimental “La Playita”, sector La Playita, Parroquia El Triunfo, Cantón La Maná.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica

Equipo de Trabajo: Ing. Ricardo Luna Murillo M Sc. (Director)

Coordinador del Proyecto: Milton Fabricio Pilatasig Pilaguano

Área de Conocimiento: Agricultura, silvicultura y pesca

Línea de investigación: Desarrollo y seguridad alimentaria

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación se realizó en el Centro Experimental “La Playita”, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Cantón La Maná. Ubicación geográfica WGS 84: Latitud S0° 56' 27" Longitud W 79° 13' 25", altura 120 msnm. Esta investigación es de tipo experimental ya que fomentan las variables en el estudio tanto en respuesta agronómicas y la rentabilidad del cultivo de café (*Coffea arábica*), con dos fertilizantes orgánicos foliares y dos fertilizantes edáficos el Centro Experimental “La Playita”. El diseño experimental que se utilizara es el Diseño Completamente al Azar, con un número de tres tratamientos, con 9 repeticiones y con un número de 27 unidades experimentales. La investigación tuvo una duración de 180 días de trabajo de campo en los que se procedió a registrar todos los datos de campo. Los objetivos planteados fueron: La determinación de la respuesta agronómica de los abonos aplicados en las plantas de café *Coffea arábica*. Se identificó los factores que influyen en la producción del café. Se analizó las respuestas obtenidas mediante un enfoque técnico dentro del marco productivo. En donde se obtuvieron los siguientes resultados; la mejor respuesta en cuanto a la altura se demostró con el abono edáfico con promedios de 127,00 cm al iniciar y 131,06 cm a los 28 días, esto debido a la mayor retención y absorción de parte de la planta, en el diámetro de planta y el número de ramas los promedios más significativos se mantuvieron en el testigo con 0,61 cm de incremento desde iniciar hasta finalizar la investigación. Los fertilizantes orgánicos edáficos demostraron mayor interacción con la planta, siendo los de mejor retención y asimilación, debido al sistema radicular superficial que tiene la planta de café, esto combinado con las prácticas culturales adecuadas mejoran notablemente la producción de este cultivo.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las condiciones climatológicas que presenta nuestro país para el café tiene una amplia adaptabilidad a los distintos ecosistemas de las cuatro regiones del país, por esta razón el cultivo de café en nuestro país es de suma importancia por su aporte de divisas al estado en un 1%, la generación de fuentes de trabajo y los ingresos que representan a las familias de los caficultores (Guilcapi, 2009).

El presente proyecto investigativo puesto que nos permitirá llevar una investigación científica de la respuesta agronómica de plantas de café en el centro Experimental la Playita, esperando llevar una investigación eficaz que ayude a mejorar la condición productiva del café en el cantón La Maná, un sector netamente agrícola que comercializa aunque en pocas

cantidades este producto en el sector y a nivel nacional para su exportación a diversos países sin embargo mediante estudios no cubre la demanda de los mercados y no representa un rubro económicamente al campesino.

Una de las alternativas de resolución de un problema es el mejoramiento con la utilización de abonos foliares y edáficos en plantas de café ya establecidas en el centro experimental, incentivar a producir esta variedad por su fácil adaptabilidad en la zona por ser un café de altura presta las condiciones adecuadas para su función fisiológica y cumplir con los mercados locales nacionales e internacionales.

Lo expuesto responde a una necesidad de reducir el impacto ambiental reduciendo el alto uso de productos químicos e implementando a los abonos foliares y edáficos.

La importancia que tiene dentro del desarrollo de las plantaciones de café y de otras plantaciones agrícolas, por estar compuestos de residuos orgánicos la misma que después de su elaboración resulta ser de fácil absorción para la plantas en general por no contener aditivos químicos esto hace que prevalezca la pureza de los productos que luego son llegados al mercados locales nacionales e internacionales, los productos orgánicos como el biol y el vermicompost es considerado uno de los productos revelación en este siglo, cabe indicar que los estudios realizados en los laboratorios aseguran que su contenido nutricional para la planta es alto y de fácil absorción y rapidez.

El sector cafetalero se encuentra en total abandono y las prácticas de manejo no son las adecuadas y fundamentalmente que el cultivo en nuestra zona cumple con todos los requisitos agro meteorológicos, será una opción lo suficientemente sustentable, logrando así la iniciación de la reactivación económica del sector área cafetalero, que en décadas anteriores fue el sustento de la mayoría de familias del sector

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos: Estudiantes de Ingeniería Agronómica mediante los conocimientos adquiridos en esta investigación a través de los métodos y técnicas utilizadas para fomentar el uso de los abonos foliares y edáficos incentivando a continuar con investigaciones de este tipo.

Beneficiarios indirectos: Productores del sector cafetalero que al conocer nuevas técnicas de fertilización orientada a mantener los suelos libres de pesticidas, a la vez con la introducción de nuevas variedades que presentan una alta producción, así como resistencia a plagas, enfermedades y a variaciones climáticas.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En los últimos años las plantaciones de café han sido desplazadas por cultivos tradicionales como el banano y cacao, debido a la fácil adaptabilidad y a la introducción de variedades mejoradas de este cultivo. Estos problemas lamentablemente han sido la causa determinante para la reducción de la producción y productividad en este sector. La problemática se ha ido multiplicando tanto en la producción como en la comercialización debido a diferentes factores entre ellos: la poca y a veces nula información de cómo seleccionar la variedad del cafeto adaptable al medio, manejo de viveros, selección de plantas, procedimientos de cosecha, producto terminado y finalmente la comercialización.

La producción no está funcionando adecuadamente para el pequeño cafeticultor, dado que sus costos de producción son altos y el ingreso que recibe dada la comercialización de su café es bajo, debido a las distorsiones que presenta la comercialización del grano por parte de los intermediarios, comercializadoras y exportadoras. En ocasiones este ingreso no es suficiente ni siquiera para cubrir los costos de producción y mucho menos para dejarle una ganancia al pequeño productor de café.

El cultivo del café orgánico ha significado una importante alternativa para varios grupos de productores nacionales, especialmente en momentos en los que los precios del grano cayeron considerablemente, provocando una fuerte crisis económica, social y cultural entre los productores.

Sin negar todo el avance y la innovación de los grupos en este sentido, actualmente se hace necesario revisar los procesos, desde la práctica y el sentir de los productores. Particular atención merece los efectos causados por dos problemas que se presentan: por una parte, el aumento de los precios en el café convencional, lo cual representa una importante fuerza en contra, en especial para aquellos productores no muy convencidos de las bondades del café orgánico. Por otra parte, los bajos rendimientos experimentados, terminan de desorientar aún más a los productores.

Una de las causas representa el alto precio de los agro-insumos tradicionales usados en el mantenimiento de los cafetales la cual ha sido provocada por el hundimiento de los precios dando como resultado baja producción en las cosechas, generando la escasa o nula inversión en este cultivo.

6. OBJETIVOS

General

- Evaluar el comportamiento agronómico de plantas de café con la aplicación de abonos foliares y edáficos.

Específicos

- Identificar los factores que influyen en la producción del café.
- Determinar la respuesta agronómica de los abonos aplicados en las plantas de café *Coffea arábica*.
- Analizar las respuestas obtenidas mediante un enfoque técnico dentro del marco productivo.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> Identificar los factores que influyen en la producción del café. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorización de las plantas de café. Control de plagas y enfermedades. 	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento de los requisitos agronómicos del café. Manejo integrado de plagas y enfermedades. 	<ul style="list-style-type: none"> Muestras de suelo (Kg.) Índice de afectación (%)
<ul style="list-style-type: none"> Determinar la respuesta agronómica de los abonos aplicados en las plantas de café <i>Coffea arábica</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Incorporación de los abonos. Medir las variables planteadas en cada uno de los tratamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> Se obtuvieron plantas más desarrolladas, mejor calidad del follaje e incremento de masa radicular. 	<ul style="list-style-type: none"> Altura de planta (cm) Numero de ramas(cm)
<ul style="list-style-type: none"> Analizar las respuestas obtenidas mediante un enfoque técnico dentro del marco productivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Tomar datos de las variables a estudiar. Realizar un análisis de las condiciones que debe reunir para mejorar la producción de café. 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor tecnificación del cultivo. Llevar un registro de fertilización, así como un adecuado manejo de plagas y enfermedades. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación con personal especializado. Calendario de aplicación.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 El cultivo del café

8.1.1 Generalidades

El café se define como la semilla seca de la planta sin importar que haya sido tostada o molida (Badui, 1993). El cafeto el árbol del que provienen el grano es originario de África su nombre se deriva de la ciudad de Kaffa, en Etiopia. Durante muchos años la exportación de las plantas de café fuera de las naciones musulmanas estuvo prohibida. La propagación a nivel mundial del género de la planta de *Coffea* partió del trópico africano. Para 1510 su producción y consumo se habían extendido hasta el Cairo (Borrelli, 2002) .

A principios del siglo XVII, el café se introdujo en la India y a finales del mismo siglo, se llevó a la isla de Java donde las condiciones climáticas y la fertilidad de las tierras permitieron que el café se adaptara perfectamente en las Indias Orientales. A mediados del siglo XVIII, el consumo de café se extendió por Europa. En América, el café fue introducido durante el siglo XVIII, la planta se propagó por el Caribe y el continente. En 1727, el café fue introducido en Brasil y en 1731 a Jamaica y Santo Domingo de donde su cultivo se extendió al resto de los actuales países productores de América. Con la revolución industrial y el crecimiento de la población mundial del siglo XX, el café prácticamente se convirtió en una bebida universal (Renard, 1993).

La especie *Coffea arábica* es predominante, contribuyendo con el 97% de la producción. México es el primer productor de café orgánico, y uno de los primeros en cafés “Gourmet” aunque la modalidad de consumo está estrictamente relacionados con los hábitos de culturas de los países individuales (Renard, 1993).

El café se produce sobre una superficie de 761 mil hectáreas en doce estados de la república mexicana situados en el centro-sur del país. La planta es una dicotiledónea proviene de un arbusto perenne que pertenece a la familia de las *Rubiaceae*, puede alcanzar 10 metros de altura de forma silvestre y en una plantación de café controlada hasta los 3 metros de altura lo cual facilita el cosechado. Esta familia comprende alrededor de 500 géneros y más de 6000 especies. La mayor parte son árboles y arbustos que crecen en el estrato más bajo de los bosques tropicales. Las ramas primarias se oponen, en sentido horizontal o caídos y las hojas crecen en pares en tallos cortos. Son de alrededor de 15cm de longitud, de color verde oscuro y brillante en apariencia (Doyle, 2012).

8.1.2 Origen

Se trata de un arbusto siempre verde originario de Etiopía. Es sin duda hoy uno de los vegetales más conocidos en el mundo entero. Una versión dice que el cafeto o café fue descubierto casualmente por un pastor al ver que sus cabras, que habían comido el fruto de esta planta, se ponían nerviosas e intranquilas. Otra versión, en cambio, afirma que el café lo descubrieron unos monjes que lo utilizaban para proporcionarse insomnio en sus horas de oración nocturna. Sea como fuere, el caso es que se conocen unas 30 especies de café. El centro de origen del café arábigo son las montañas sur occidentales de Etiopía, el altiplano del Sudan y el Norte de Kenia, donde es un componente natural del sotobosque, ubicado de 1300 a 2000 metros de altitud (Charrier, 1985).

El centro primario de distribución fue en Yemen (Arabia Félix), a donde fue introducido desde Etiopía, cerca del año 575 D.C. Los árabes y los persas llevaron a Arabia y Yemen entre los años 575 y 890 D.C. Los nativos africanos, por esos mismos años, llevaron a Mozambique y Madagascar. Los holandeses llevaron semillas a Java, en 1660, y desde esta isla llevaron una sola planta al jardín botánico de Ámsterdam (Holanda), en 1706. De esta planta tomaron semillas para el jardín botánico de París (Francia), en 1713. Se cree que de esta sola progenie descienden la mayor parte de las plantaciones cafetaleras de América Latina (ICAFE, 2011).

En América Latina se introdujo alrededor de 1714, procedente de Holanda y con destino a la Guyana Holandesa y en 1720, desde Francia a la isla Martinica. Desde allí se distribuyó a México, Brasil, Colombia, Venezuela y Centroamérica. A Brasil se introdujo desde la Guyana Francesa, en 1727. A Jamaica y Cuba en 1748. A Colombia en 1723 y a Venezuela en 1784 (Ramirez, 2010). A Ecuador se introdujo en 1830, en los recintos Las Maravillas y El Mamey, del cantón Jipijapa, provincia de Manabí (INIAP, 2004).

En la actualidad, el café arábigo se cultiva en las zonas del sistema montañoso Chongón-Colonche, desde la parte alta de Olon, Pedro Pablo Gómez, Pajan, Jipijapa, 24 de mayo, Santa Ana, Pichincha, Junín, Chone, Sucre hasta Jama y Pedernales, al norte de Manabí. El café arábigo se cultiva y produce muy bien en las estribaciones occidentales y orientales de la cordillera de Los Andes, donde se destacan las zonas de Imantag en Imbabura; Puerto Quito, Gualea, Pacto, Mindo y Tandapi en Pichincha; Moraspungo en Cotopaxi; Caluma, Echandia y Balsapamba en Bolívar; Pallatanga en Chimborazo; Pinas, Zaruma, Balsas, Marcabeli y Las Lajas en El Oro; Alamor, Celica, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Vilcabamba en Loja; Zumba y Chito en Chinchipe; Yantzatza, El Panguí y Centinela del Cóndor en Zamora; Gualaquiza en Morona Santiago; y Archidona en Napo (INIAP, 2004).

8.1.3 Clasificación Taxonómica

EL café pertenece al género *Coffea* con aproximadamente 100 especies. No obstante, únicamente tres de estas se mencionan como cultivadas comercialmente destacándose las dos primeras en el siguiente orden: *Coffea arábica* L., *C. Canephora* Pierrees - Froehner y por último la *C. Libérica* Bull ex - Hiern.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Sub-División:	Angiospermae
Clase:	Magnoliata
Sub-Clase:	Asteridae
Orden:	Rubiales
Familia:	Rubiaceae
Género:	Coffea
Especie(s):	arábica, canéfora, ibérica

Nombre científico: *Coffea arábica* (Sotomayor, 1993).

8.1.4 Valor Nutricional

El café es la bebida natural más rica en cafeína, la sustancia más conocida del café y la que le confiere las propiedades estimulantes y parte de su sabor amargo. Contiene ácidos orgánicos que influyen en el sabor, olor y aroma del café y son responsables de su acidez; así como minerales (potasio, magnesio, calcio, cromo) y vitaminas (niacina), aunque su valor nutritivo es casi nulo, dada la poca cantidad necesaria para elaborar una taza de café (Infoagro, 2012).

8.1.5 Valor Económico

La especie económicamente más importante de café es *Coffea arábica* la cual produce aproximadamente el 80,90% de la producción mundial, *C. canephora* cerca del 20% y *C. liberica* sobre un 1%, por lo cual el cultivo de *Coffea arábica* en el mundo es la más importante ya que representa grandes exportaciones que generan importantes divisas para los países productores de este cultivo (Infoagro, 2012).

8.2 Descripción del cultivo

8.2.1 Raíz

Se constituye por una raíz principal o pivotante que puede alcanzar 50 o más centímetros de profundidad, de la cual se originan las raíces secundarias que ejercen la función de anclaje y las raíces terciarias de las que emergen las raicillas (cabellera), que sirven a la planta para la absorción de agua y nutrientes. El desarrollo normal del sistema radicular del cafeto es muy

importante para su crecimiento, producción y longevidad. Por lo que desde la etapa de semillero y vivero se debe lograr una raíz principal bien formada, para obtener un excelente crecimiento en el campo (Media, 2012).

8.2.2 Tallo

El cafeto es un arbusto que está formado por un tallo central en cuyo extremo se encuentra la “yema” terminal u ortotrópica”, que es la responsable del crecimiento vertical, formando nudos y entrenudos. De los nudos se forman las ramas laterales o bandolas y las crinolas o palmillas (crecimiento plagiotrópico). A través de ambos tipos de crecimiento se conforma la arquitectura del cafeto, es decir su sistema vegetativo y productivo (Procafe, 2012).

8.2.3 Hojas

Las hojas nacen en la parte terminal del tallo y en las ramas o bandolas laterales. Crecen en disposición opuesta, son de forma elíptica. Su tamaño, color y cantidad varía de acuerdo a la especie y variedad. La función principal de las hojas está asociada a la fotosíntesis y fotorespiración, procesos indispensables para regular la actividad productiva (Media, 2012).

8.2.4 Flores

Al igual que la mayoría de especies de la familia *Rubiaceae*, la disposición floral del cafeto es distal, o sea, en grupos separados de yemas, que brotan en los nudos a lo largo de las ramas laterales. Cada flor tiene en la base un receptáculo corto que se prolonga en el cáliz de color verde que mide de 1 a 2 milímetros (mm) de largo, con cinco picos terminales. La corola es un tubo largo, cilíndrico en la base y de color blanco, que mide de 6 a 12 mm de largo, la cual se abre arriba en cinco pétalos. Consta de 5 estambres insertados en el tubo de la corola. El gineceo está constituido por un ovario súpero con dos óvulos. El estilo es fino y largo con terminaciones estigmáticas. El inicio y crecimiento de la flor está influenciado por la luz solar (luminosidad menor a 13 horas), agua (mínimo 10 mm de lluvia), temperatura (20 a 25° C) y por reguladores de crecimiento vegetal (hormonas). El cafeto es una planta autógama por lo que, cuando la flor se abre, parte del polen ya se ha liberado internamente, habiendo ocurrido entre el 90 a 95% de autofecundación. Esta característica evita riesgos de contaminación genética (Procafe, 2012).

La floración del café arábigo es marcadamente estacional, efectuándose generalmente sólo con la presencia de tiempo húmedo, pero la periodicidad puede ser mucho menos distinta donde las condiciones climáticas son relativamente estables en todo el año. La cantidad de

flores producidas y su tamaño dependen de las relaciones de agua prevalecientes. Las condiciones extremadamente húmedas pueden ocasionar la formación de distintas flores estériles de color verdoso, las llamadas "flores-estrella". Las lluvias en la época de la polinización pueden reducir el cuaje de los frutos en forma considerable (Infoagro, 2012).

8.2.5 Frutos

Es una drupa que normalmente, contiene dos semillas con una longitud de 10 a 17 mm que se conoce como café uva. Dependiendo de la variedad se necesitan 7 a 8 meses para que madure, su cubierta (pulpa) es roja o amarilla en algunas variedades. El fruto está formado por: la pulpa (exocarpio y mesocarpio), el pergamino (endocarpio), la película plateada (testa), la semilla (endosperma) y el embrión (Infoagro, 2012).

8.2.6 Semillas

Son un aspecto muy importante a tomar en cuenta en el desarrollo de cultivos, pues de eso depende el éxito en la utilización de las semillas, en primer lugar se debe considerar con mucha importancia la procedencia de la semilla ya que puede ser comprada o producida en la finca, debe tenerse el conocimiento que la calidad de la semilla sea confiable que posea pureza varietal y que proceda de plantaciones con buena producción y comportamiento agronómico estable, también se debe conocer el procesamiento, cuidado del fruto y la semilla, ya que esta última debe ser manejada adecuadamente para mantener su poder germinativo (Ordoñez, 2010).

8.3 Agrotecnia del cultivo

8.3.1 Clima y Suelo

Es una especie de las tierras altas con un período de floración que es marcadamente susceptible al exceso de tiempo lluvioso. Las plantas continúan su desarrollo vegetativo durante la temporada seca, pero entran en plena floración dentro de unos cuantos días o semanas después de que se ha iniciado la temporada de lluvias. Más o menos el 60% del gasto requerido en la producción de café, lo constituye el costo de la recolección de las cerezas; consecuentemente, una sola cosecha anual como la que se podría obtener en las áreas que tienen una temporada húmeda, es menos costosa para el productor, que dos cosechas anuales en aquellas áreas que tienen dos períodos cortos de lluvia. El café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750 mm anuales hasta 3000 mm, si bien el mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 metros, donde la

precipitación pluvial anual es de 2000 a 3000 mm y la temperatura media anual es de 16° a 22°. Pero aún más importante es la distribución de esta precipitación en función del ciclo de la planta. Podemos decir que el cultivo requiere una lluvia (o riego) abundante y uniformemente distribuida desde comienzos de la floración hasta finales del verano (Noviembre – Septiembre) para favorecer el desarrollo del fruto y de la madera (Gomez, 2015).

8.3.2 Elementos esenciales para la nutrición del café

El cafeto requiere al menos 16 elementos nutritivos llamados elementos esenciales; tres de ellos, el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, la planta los extrae del agua y del aire; los trece restantes son tomados del suelo mediante el sistema radical, los que pueden ser absorbidos también por vía foliar. Los elementos pueden clasificarse en mayores, secundarios y menores. El criterio que se utiliza es el del grado de extracción que la planta hace de estos elementos. Lo anterior no significa que unos sean más importantes que otros (Alvarado, 2007).

- **Elementos mayores**

Pertenecen a este grupo, el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Estos tres elementos los absorbe la planta en altas cantidades. Es por eso que las fórmulas de fertilizantes, especialmente para el café en producción los incluyen como sus principales componentes.

- **Elementos secundarios**

Los más importantes son el calcio, el magnesio y el azufre. La planta los necesita en cantidades intermedias, es decir moderadamente.

- **Elementos menores**

Están formados por una serie de elementos que la planta necesita en pequeñísimas cantidades, pero no deben faltar porque su carencia se manifiesta en trastornos nutricionales que impiden el adecuado desarrollo y consecuentemente, la producción del cultivo. Los elementos de esta serie son el boro, el zinc, el cobre, el hierro, el manganeso, el cloro y el molibdeno. Es conveniente un balance en el suelo entre los diferentes elementos porque tan perjudicial puede ser para el cultivo la carencia de uno como de otro, así como también el exceso de alguno de ellos (es común encontrar problemas de deficiencia de un determinado elemento, no por su inexistencia en el suelo, sino por exceso de otro que ocasione problemas de antagonismo). La disponibilidad de elementos en el suelo depende de su fertilidad natural, de la humedad, de la precipitación, de la acidez y de la capacidad de extracción del cultivo. La explotación sostenida del suelo puede ser también causa de desbalances y de empobrecimiento. Por lo

anterior, es importante usar fertilizantes inorgánicos para prevenir posibles deficiencias y asegurar así adecuados niveles de producción y una vida productiva larga a través del tiempo (Alvarado, 2007).

Está demostrado que los fertilizantes son absolutamente necesarios en los cultivos de cafetos al sol en los suelos de todo el mundo, pero especialmente en aquellos de fertilidad media – baja. En los últimos años han aparecido en el comercio fertilizantes líquidos o fertilizantes foliares que contengan buena cantidad de nitrógeno o algún tipo de vióles aplicados por aspersión a las hojas de las plantas, los cuales le suministran los nutrientes complementarios, igual como lo hacen los fertilizantes sólidos como urea, bochas o 10-30-10 aplicados al suelo (Infoagro, 2012).

8.4 Mecanismos de producción

8.4.1 Labores de Limpieza

Las malezas que crecen en el cultivo del café limitan el desarrollo y productividad debido a la competencia por espacio, agua, luz y nutrientes. Además, las malezas ocasionan deformaciones morfológicas a las plantas y frutos, disminuyendo la rentabilidad de la actividad agrícola, por lo cual es conveniente la limpieza de los cultivos por lo menos una vez al año (COFENAC, 2003).

8.4.2 Propagación

El sistema actual de propagar el café por medio de plantas obtenidas de semilla en las plantaciones cafetaleras, incluye el sembrar las semillas en almácigos especiales, donde las plantitas serán cuidadas hasta que se les trasplante en el campo. El vivero es una plantación típica; está situado en el mejor terreno disponible. Si es posible se utiliza tierra virgen para minimizar las enfermedades. Cada almácigo se prepara para ser el sostén del vivero limpiándolo de piedras, nivelándolo, etc. Además, se sitúa bajo una ligera sombra de hojas de palma o tira de bambú. Dentro del almácigo se disponen hileras espaciadas unos 15 cm, a lo largo de los surcos. El material de siembra se selecciona cuidadosamente en cuanto a su adaptabilidad a las condiciones locales lo mismo que por su capacidad de alto rendimiento, resistencia a las enfermedades y demás criterios. Cuando las plantas alcanzan una altura de 15 a 20 cm, o sea aproximadamente de seis a ocho meses después de la siembra, los arbolitos están listos para su trasplante (Infoagro, 2012).

8.4.3 Sombra

En el caso de utilizar sombra debemos anotar que, en general, el café necesita menos sombra cuando el suelo es mejor y cuando la humedad del aire es más alta. El efecto de la sombra es indirecto, pero está de acuerdo con el comportamiento ecológico de las plantas de café. Por esta razón es necesario que la poda de los árboles de sombra, en aquellas regiones en donde las condiciones del tiempo cambian apreciablemente a través del año, se regule de tal manera que haya más sombra durante los meses secos y menos durante aquellos meses más húmedos. Esto generalmente significa que la operación de la poda siempre se debe llevar a cabo varias veces al año. En una buena finca cafetalera la primera poda o sea la poda principal, se puede dar al principio de la temporada húmeda, con ligeras podas posteriores de acuerdo con la intensidad de la lluvia y tomando en consideración los nublados imperantes. Las plantaciones de café arábigo en elevaciones altas invariablemente requieren menos sombra que las que se sitúan más abajo. De hecho, se pueden obtener regularmente buenos rendimientos de café en suelos ricos que se encuentren en altitudes elevadas sin sombra, excepto en los lugares donde existe la posibilidad de las heladas, en cuyo caso resulta necesaria una cubierta protectora relativamente densa (Infoagro, 2012).

8.4.4 Trasplante

Es importante realizar el trasplante al campo definitivo en épocas de abundante precipitación, lo cual facilitará una rápida adaptación de la planta y disminuirá el riesgo de pérdidas. Debe planificarse la construcción del vivero de forma organizada unos 4-5 meses antes del invierno, para realizar la siembra al campo definitivo a los 4-5 meses de edad cuando por lo menos posea 6 partes de hojas verdaderas, en todo caso se debe planificar la siembra de forma que coincida con las lluvias, ya que esto favorecerá el pegue de futura plantación (Ordoñez, 2010).

8.4.5 La Poda

Existen dos aspectos principales que hay que tomar en consideración en cuanto a la poda del café: primero, la formación de los árboles jóvenes para construir una estructura vigorosa y bien balanceada con buenas ramas de fructificación, y segundo, el rejuvenecimiento periódico de la ramas de fructificación, a medida que envejecen y dejan de producir (Infoagro, 2012).

8.4.6 Plagas y Enfermedades

La incidencia de plagas en el cafeto es muy variada, las palomillas, escamas y nematodos atacan el sistema radical; los cortadores y chupadores (*Aethalion reticulatum*, *Toxoptera aurantii*), atacan el tallo, las hojas, el fruto, y la broca (*Hypothenemus hampei Ferrari*) que se alimenta de fruto del café. Estas plagas presentan muchos rangos de variación, por ejemplo, el minador de la hoja es más común en la época de sequía, mientras que los cóccidos radicales lo son en la época de lluvias. La edad de la planta tiene su influencia, las plantas jóvenes posiblemente son más susceptibles a las escamas que las adultas. Otra relación son las características varietales; así, los arábicos compactos son más susceptibles a las escamas, áfidos, palomillas y nematodos, mientras que *Canephora* ha demostrado cierta tolerancia a plagas del sistema radical. La amenaza de la broca demandará una mayor eficiencia y tecnificación de las plantaciones, haciendo que el cultivo sea más rentable, de tal manera que permita cubrir los gastos ocasionados por el control fitosanitario. Dentro del problema enfermedades, las más importantes por la severidad de las infecciones son: la roya (*Hemileia vastatrix*), cercospora (*Cercospora coffeicola*), llaga negra, antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), phoma, y otras como ojo de gallo (*Omphalia flavida*) y mal de hilachas (*Pellicularia koleroga*) que están ligadas a las condiciones ambientales. Recientemente fue señalada la mancha rosada (*Corticium salmonicolor*). Conviene indicar que el uso de productos químicos en los controles fitosanitarios rompe el equilibrio biológico del medio ambiente. Existen microorganismos e insectos benéficos que contribuyen al control natural, procurando hacer un uso mínimo de productos químicos (Sayago, 1999).

Plagas: insectos-plagas

Escamas

Escama verde (*Coccus viridis* Green); escama coma (*Lepidosaphes beckii*); escama globosa (*Saissetia hemisphaerica*); escama algodonosa (*Icerya purchasi*); chinche harinosa (*Pseudococcus* sp.).

Control: Aplicar los siguientes productos: Lebaycid: 2 cc/l de agua; Dimecroa: 1 cc/l de agua; Basudín: 1 cc/l de agua.

Hormigas (*Atta* sp.)

Control: Use A.C. Mirex (cebo envenenado), producto listo para aplicar en dosis de 25 a 250 g por bachequero. Se esparce por los caminos más transitados por los bachacos.

Nematodos

Están diseminados en todas las zonas cafetaleras del país, su propagación está relacionada con el uso de materiales infestados.

Control: En plantaciones adultas debe efectuarse el platoneo para la aplicación de nematicidas. Las aplicaciones se hacen dos veces al año (abril-mayo), con uno de los siguientes nematicidas: Furadán 10 G, en dosis de 5 a 15 g/hoyo y Temick 10 G, a razón de 5 a 15 g/hoyo (Romero, 2010).

Minador (*Perileucoptera coffeella* Green)

Es la larva de una mariposa pequeña que ataca la hoja en la cual hace galerías o minas. La plaga es mucho más dañina a plena exposición solar, en zonas por debajo de 1.000 msnm y en época de verano.

Las continuas aplicaciones de productos cúpricos han producido condiciones favorables para los ataques del minador.

Control: Se hacen aplicaciones de 300 l/ha, usando aspiradora de espalda, usando los siguientes productos comerciales: Lebaycid 50% CE, de 0,8 a 1,2 l/ha; Lorban 4E. LE, de 1,0 a 1,5 l/ha; Dimethoato 40% CE, de 0,8 a 1,2 l/ha; Bidrín 50 S. LE, de 1,0 a 1,5 l/ha; Cyolane 250 ELE, de 1,0 a 1,5 l/ha; Belmark 200 cc en 300 l/ha; Decis 2,5 CE, de 200 cc en 300 l/hectárea.

Los insecticidas granulados Furadán 5% y Temik aplicados al suelo en el platón, en dosis de 20 a 40 g, han dado buenos resultados. Las dosis varían según la edad de la planta.

Enfermedades

Broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari)

Posiblemente es la plaga más importante en Centro América por causar pérdidas elevadas ya que afecta directamente el grano provocando grandes pérdidas en cantidad y calidad (Romero, 2010).

El ciclo de vida de la broca ocurre en el interior de los frutos de café. Las hembras adultas salen de los frutos infectados perforando nuevos granos. La oviposición ocurre durante un periodo de 20 días, en ese tiempo deposita 2 a 3 huevos diarios dentro de las almendras. El promedio de progenie por hembra ha sido estimado en 74 individuos y el ciclo de vida ha sido

calculado de 27.5 días. Su cuerpo está cubierto por setas blancas; este que dura de 10-26 días tiempo en el que se alimenta del endospermo en el fruto del café. A medida que se alimentan perforan el endospermo, haciendo galerías en los granos, donde se puede observar materia excretada y un polvo fino en la superficie (Ticheler, 1991).

La población de la broca se ve influenciada por el comportamiento de las lluvias y de la sombra proporcionada por los árboles que se encuentran en las plantaciones de café (Ticheler, 1991)

Frecuentemente, se ha mencionado que en las plantaciones de café con sombra densa, las poblaciones de *Hypothenemus hampei* son mayores en comparación con áreas de café a pleno sol (Romero, 2010).

Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.)

La roya del café es la principal enfermedad que limita la producción de este cultivo a nivel mundial (Bustamente, 2001)

Esta enfermedad se caracteriza por producir manchas en las hojas, las cuales se tornan de color amarillo, anaranjado y por debajo de ellas se observa un polvillo de color naranja, que es el síntoma característico de la enfermedad.

Esta enfermedad es causada por el hongo *Hemileia vastatrix* de fácil diseminación que causa lesiones en las hojas, provocando defoliación severa a los cafetos y pérdidas de producción. Las esporas germinan si hay agua y entran por los estomas. Las temperaturas de 22°C a 24°C favorecen el proceso de germinación, penetración y colonización de la hoja. Luego se forman de nuevo esporas que salen a través de los estomas. El hongo de la roya sólo puede infectar las hojas y como consecuencia disminuye el área foliar y la fotosíntesis, reduciendo el crecimiento de las ramas y bajando el potencial productivo de la planta en el ciclo siguiente. Este hongo sobrevive en lesiones que no tienen esporas, en las hojas del estrato inferior de la planta de café. (Romero, 2010).

Control: para combatir esta enfermedad se usa control químico, efectuando de tres a cinco aplicaciones a partir de la entrada de lluvias, con intervalos de 30 días. Se realizan aspersiones con productos que tienen como base oxiclورو de cobre 50%, en dosis de 3 kg/ha, con volumen de 300 a 400 l de agua. También se usan los fungicidas basados en óxido cuproso y otros como el caldo bordelés y el caldo viscosa.

También se puede controlar con aplicaciones al suelo de productos cúpricos más orgánicos como los ditiocarbomatos, alternados o en mezclas, igualmente fungicidas sistémicos: triadimefon (Bayletón) 25% PM; triadimenol (Bafidan); propiconazol (Tilt) y granulados como Triadifon, Triadimenol.

Cercospora (Cercospora coffeicola)

Es una enfermedad de amplia distribución en todas las zonas cafetaleras que afecta hojas, granos sobre plantas de todas las edades, con mayor incidencia en viveros y plantaciones sin fertilizar. En plantas afectadas causa defoliación y disminución notable y pérdida de la calidad del grano.

Control: Como prevención es obligante el uso de fertilizantes. El control a nivel de viveros debe ser preventivo, pudiendo usar uno de los siguientes fungicidas: Antracol, Manzate, Dithane M-45 y Zinc, en dosis de 300 g/100 l de agua. Agregar 50 cc de adherente.

Además de los productos indicados para viveros, en plantaciones adultas pueden usarse fungicidas cúpricos (oxicloruro de cobre) en una solución de 500 g del producto en 100 l de agua, más 50 cc de adherente. Asimismo, fungicidas elaborados con óxido cuproso y otros como el caldo bordelés y el caldo viscosa. El Benlate, a razón de 60 g disueltos en 100 l de agua más 50 cc de adherente.

El Daconil y el Difolatán se pueden usar en dosis de 500 g disueltos en 100 l de agua, más 50 cc de adherente. Tilt al 0,1% también se puede aplicar (Mendoza, 2001).

Antracnosis (Colletotrichum coffeanum)

Considerada esencialmente una enfermedad de los frutos. Las lluvias son un factor determinante de la aparición de la enfermedad, la precipitación no sólo regula la producción y diseminación de las esporas, sino que también induce la floración del cafeto y, en consecuencia, la cosecha. Normalmente, una plantación no puede producir dos floraciones, que coincidan con las lluvias. Como el período entre floración y madurez del fruto dura de siete a nueve meses, las cosechas se superponen. Esta circunstancia trae como consecuencia dos efectos: primero, el período de susceptibilidad de las cerezas se extiende considerablemente y segundo, la infección de una cosecha a otra constituye un riesgo todavía mayor (Figuroa, 1998).

Control: Los ensayos conducidos por la Estación Experimental Táchira nos indican que los productos comerciales Benlate, Daconil o Difolatán, suministrados en dosis de 60 y 500 g/100

l de agua, respectivamente, son efectivos en este tipo de control. Se recomienda aplicar estos productos solos o combinados con fosfato diamónico, en dosis de 2 kg por cada 100 litros. Es contraindicado usar productos cúpricos (Sayago, 1999).

Mancha de hierro o chasparría (*Cercospora coffeicola*)

Es causada por el hongo *Cercospora coffeicola*, produciendo en la parte central de la lesión, estructuras de reproducción de color oscuro. La enfermedad es favorecida por la época fría, asociada a la humedad, exposición a la insolación; relacionada también con deficiencias nutricionales y el ataque de nematodos. La mancha de hierro se multiplica en aquellas condiciones donde los cafetales están a pleno sol, suelos pobres en nutrientes, tiempos húmedos y soleados (Mendoza, 2001).

En las hojas se presentan manchas más o menos circulares, al principio de color pardo rojizo, luego el centro de la lesión se torna de un color pardo grisáceo casi blanco. Alrededor de las lesiones se forma un halo clorótico de borde indefinido, el cual permite diferenciar la enfermedad a nivel de campo. Si el ataque es fuerte provoca la caída de las hojas o frutos (ICAFE 1998). Los daños más graves ocurren en el fruto, estos se llenan de manchas oscuras y la pulpa se pone negra, en las hojas se forman manchas grises y redondas (Sarantes, 1998).

Phoma, quema o derrite (*Phoma costarricensis*)

Afecta cafetos por encima de 1.200 msnm, ubicados en zonas de alta humedad ambiental y áreas nubladas.

Control: Para controlar esta enfermedad se usan productos como Captan (orthocide 50) en dosis de 450 g/100 l de agua, más 50 cc de adherente; Benlate en dosis de 60 g/100 l de agua, y Difolatán en dosis de 500 g/100 l de agua (Sayago, 1999).

Minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*)

El adulto es una mariposa o palomilla nocturna de color blanco de aproximadamente cuatro milímetros, con el extremo de las alas de color gris (ICAFE 1998). La mariposa pone los huevos sobre el haz de las hojas, los cuales no se pueden ver a simple vista. Una semana después nacen pequeñas larvas que penetran en la hoja y comienzan a destruirla internamente como resultado de su alimentación, de manera que cuando su ataque es muy grave, puede provocar la caída de las hojas afectadas. En condiciones de alta humedad del aire y altas temperaturas el ataque del minador es más grave, en aquellos cafetales por debajo de los 1300 msnm y expuestos al sol (Figueroa, 1998).

Llaga macana (*Ceratocystis fimbriata*)

Se localiza en la parte aérea del tallo, produce amarilleo, marchitez, colapso de las hojas y muerte del cafeto.

Control: En el momento de podar usar pasta bordelesa (una parte de sulfato de cobre y seis partes de cal). La pasta se puede aplicar con brocha. Otra manera de controlar puede ser arrancando las plantas enfermas y quemarlas en el sitio, aplicando cal en el hoyo (2 kg/m²) y posteriormente desinfectar las herramientas (Sayago, 1999)

Igualmente se puede aplicar Brassicol, en dosis de 2 litros al 2% un mes antes de la resiembra.

Llaga estrellada (*Rosellinia pepo*)

Esta enfermedad es un tanto similar a la anterior, pero las manchas aparecen en forma de estrella.

Control: Se le aplica el mismo que para el caso de la llaga macana (Sayago, 1999).

Ojo de gallo (*Mycena citricolor*)

La enfermedad es producida por el hongo *Mycena citricolor*, el cual se desarrolla en cafetales con excesiva sombra, poca ventilación y condiciones de mucha lluvia; su avance es lento y generalmente aparece en áreas aisladas. La presencia del hongo suele manifestarse durante todo el año, si las condiciones le son favorables. El viento, la lluvia, el hombre, entre otros son medios importantes para su propagación (Macías, 2010).

La enfermedad afecta las hojas, ramas y frutos. Cuando ataca las hojas aparecen manchas más o menos circulares, de color negruzco que a medida que envejecen y aumentan de tamaño, se tornan de color grisáceo. Sobre el tejido muerto de la hoja pueden distinguirse pequeños bastoncitos en forma de alfiler con cabecita amarilla, estos a su vez son los responsables de la diseminación de la enfermedad (Mendoza, 2001).

Durante la época lluviosa se pueden observar a simple vista sobre las manchas unas cabecitas o brotes que son los órganos diseminadores del hongo (ICAFE, 1998).

8.5 Biol

Son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol muy fresco, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza y ceniza, que

se ha colocado a fermentar por varios días en toneles o tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (Suquilanda, 1996).

Es una fuente de fitoreguladores producto de la descomposición anaeróbica (sin la acción del (aire) de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del Bio-abono (Restrepo, 2001).

8.5.1 Importancia

El manejo de suelos constituye una actividad que debe realizarse integrando alternativas que permitan sumar "alimentos" para el suelo y la planta es decir ir sumando en nitrógeno y otros macro y micronutrientes. Los abonos líquidos o bioles son una estrategia que permite aprovechar el estiércol de los animales, sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, dan como resultado un fertilizante foliar (Suquilanda, 1996).

8.5.2 Funciones del biol

Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas e energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo. Los bioles enriquecidos, después de su periodo de fermentación (30 a 90 días), estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100.000 veces las cantidades de los nutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para hacer aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos (Suquilanda, 1996).

8.5.3 Frecuencia y dosis recomendada

La frecuencia con que se aplican los biofertilizantes es muy variada y se deben considerar algunos aspectos, entre éstos; tipo de cultivo, estado de desarrollo del cultivo, tipo de suelo y cobertura del mismo, etc., para las hortalizas trasplantadas al campo se recomienda de tres hasta seis aplicaciones del biofertilizante, en concentraciones que pueden variar entre el 3% y el 7% cuando es al follaje, y hasta el 25% cuando es aplicado al suelo, cabe mencionar que el mismo debe estar húmedo (Restrepo, 2001).

Biodigestor

Son recipientes cerrados o tanques, los cuales puede ser construidos con diversos materiales como: ladrillo y cemento, metal o plástico, toman su término de digestivo o digestión, son máquinas simples que convierten las materias primas en subproductos aprovechables, en este caso gas metano y abono (Claire, 1992)

Preparación del Biol

- Un recipiente de 25 litros o más, en mi caso son todos de 25 litros, y con eso tengo más que suficiente para mi huertecita, si tenéis una huerta más grande, tendréis que hacerlo con un recipiente con más volumen.
- Una manguera, o un tubo de plástico.
- Una botella de 2 litros de plástico.
- Restos de materia orgánica de diferentes tipos: material vegetal: verduras, pelus de patata, de manzana, hojas de poda, etc. Cáscara de huevos, vísceras de pollo, pescado, etc. Plumus de ave, gallinaza, caca de conejos, ovejas u otros animales herbívoros y agua.

Lo primero es limpiar el bidón, utilizar bastante agua, un poco de detergente y al final arena.

Hacer un agujero al tapón del bidón e introducir el tubo, para evitar que entre el oxígeno en nuestro recipiente aplicaremos un sellante alrededor del tubo, en mi caso usaré silicona blanca que andaba por casa de sellar alguna pérdida de algún grifo... Para que agarre bien al plástico debemos de lijar con una lija fina, o bien usar otro tipo de pegamento de pistola, contacto o rápido.

Añadiremos los ingredientes de nuestro abono, y terminaremos rellenando el bidón con agua.

Tapamos con el tapón e introducimos el tubo exterior en una botella de plástico llena hasta la mitad de agua, es muy importante que el tubo quede por debajo del agua, pues en nuestro contenedor no puede entrar el oxígeno. El tubo se coloca para dar salida al gas metano que se produce con la fermentación.

8.6 Vermicompost

Es un fertilizante orgánico asimilable, rico y equilibrado por excelencia, producto que sale del tubo digestor de la lombriz, alimentada con diferentes sustratos (restos de comida, papeles, residuos de plantas, estiércol de diferentes animales etc.) (Glogowski, 2002).

Presenta gran bioestabilidad, tiene un alto contenido de ácidos húmicos, hormonas vegetales, entre otras sustancias que producen diferentes efectos fisiológicos, además contiene minerales inorgánicos. Este producto tiene además enzimas y microorganismos que aumentan la solubilización de los nutrientes, haciendo que lleguen más rápidamente a las raíces de las plantas y de esta forma facilitar la absorción de los mismos (Garcés, 2002).

El vermicompost modifica las características físico –químicas del suelo, ya que libera lentamente las sustancias minerales, suministrando a la planta una fuente constante de alimentación durante todo el período vegetativo, aumenta el potencial óxido del extracto activo favoreciendo aquellos equilibrios físico-químicos que son importantísimos para que la planta llegue a absorber los micros y macro elementos, no aporta salinidad al terreno, mejora la porosidad, aireamiento del terreno, disuelve los terrenos arcillosos y agrega los arenosos logrando un aumento de la porosidad y su permeabilidad (Garcés, 2002).

Este además favorece el metabolismo de las plantas, logrando un aumento en la velocidad y porcentaje de germinación provocado por una activación fitohormona, resultan anticipados y prolongados los periodos de floración y fructificación de las plantas, aumenta la capacidad inmunológica, favorece y acelera la producción de raíces en las plantas, lo que contribuye a la resistencia de estas últimas a la sequía. Su riqueza en microorganismos le permite aporte energético. La presencia de humatos favorece el desarrollo de la raíz, favorece a la acción antiparasitaria y protege a las plantas de plagas, aumentado sus defensas naturales (Garcés, 2002).

La caracterización microbiológica del desecho de la lombriz arrojó que es muy rica en microorganismos (bacterias que degradan el almidón, otras Solubilizadores del fósforo, y fijadoras del nitrógeno entre otras. Por su parte Gómez 2000 cita trabajos realizados donde determina poblaciones microbianas en vermicompost de estiércol bovino, reportando 1.8×10^8 bacterias, actinomicetos 2.8×10^6 , hongos 2×10^5 , también plantea la presencia de moléculas orgánicas parecidas a las fitohormonas, giberelinas 2.75microgramos/g, cito quininas 1.05 microgramos/g, auxinas 3.80 microgramos/g (Garcés, 2002).

Entre otras características la solubilidad en disoluciones ácidas y básicas que en proporciones varían entre un 20 y 62 % de esta masa disuelta, un 0.5 y 7 % es humus disuelto, el cual mayoritariamente es de baja masa molar, la acidez general del vermicompost está entre 7 y 8.2 unidades de pH, el contenido de sales solubles totales está entre 4 500 y 19 500 ppm, capacidad de cambio catiónico está entre 109- 188 cmol/ Kg., presenta un contenido de

minerales elevado de los elementos calcio, fósforo, magnesio, potasio, cobre, hierro, manganeso, silicio, sodio, y trazas de cromo, níquel, zinc, aluminio, contiene péptidos, poli péptidos, entre 2.9 y 3.5 g/ 100g, tiene una capacidad elevada de acidez por sus grupos funcionales (620 – 1100 cmol/Kg.), umbral de coagulación entre 40 – 60 cmol/L. Es soluble en agua, lo que permite preparar un abono líquido para mezclar con agua de riego (Garcés, 2002).

Uso del Vermicompost

Se han realizado constantes estudios de tratamientos de suelos con vermicompost y la evaluación de los rendimientos alcanzados en cultivos menores de tomate, ají, pimiento, frijoles, ajo, café, cebolla, papa, tabaco, maíz y plantas ornamentales, lográndose resultados significativamente satisfactorios en cuanto a la germinación floración y fructificación, minimizando o eliminando totalmente el uso de los fertilizantes químicos. Con las aplicaciones de vermicompost (que oscilan entre 4 - 8 t.ha⁻¹) se reduce más de un 80% las cantidades de otras enmiendas orgánicas con el consiguiente ahorro de recursos y trabajo, pero éstas aún no permiten minimizar los gastos de transportación y otros (Zamora, 2013).

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Ha: La utilización de abonos orgánicos en la producción del café, como tecnología limpia, estimula el crecimiento, desarrollo y nutrición de las plantas e incrementa los rendimientos comerciales.

Ho: La aplicación de abonos orgánicos en la producción del café, como tecnología limpia, no estimula el crecimiento, desarrollo y nutrición de las plantas y no incrementa los rendimientos comerciales.

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Metodología

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental “La Playita”, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Cantón La Maná. Ubicación geográfica WGS 84: Latitud S0° 56' 27" Longitud W 79° 13' 25", altura 120 msnm. La investigación tuvo una duración de 180 días de trabajo de campo en los que se procedió a registrar todos los datos de campo.

El Centro Experimental “La Playita” presenta las condiciones meteorológicas:

Cuadro 1. Condiciones agro meteorológicas

Parámetros	Promedio
Altitud (m.s.n.m.)	220,00
Temperatura media anual (°C)	23,00
Humedad relativa (%)	82,00
Precipitación media anual (mm.)	1000 - 2000
Heliofanía (horas sol año)	757,00
Evaporación promedio anual	730,40

Fuente: Estación meteorológica INHAMI – Hacienda San Juan.2014

Esta investigación es de tipo experimental ya que fomentan las variables en el estudio tanto en respuesta agronómicas y la rentabilidad del cultivo de café (*Coffea arábica*), con dos fertilizantes orgánicos foliares y dos fertilizantes edáficos el Centro Experimental “La Playita” de la UTC en el Cantón La Maná.

Se utilizó la metodología cuantitativa, ya que se centra en los aspectos observables susceptibles de cuantificación y utiliza la estadística para el análisis de las variables a evaluar, mediante la recopilación de datos contables de cada uno de los tratamientos en la plantación de café para su posterior análisis estadístico, con la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad, utilizando el programa estadístico INFOSTAT.

10.2 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizara es el Diseño Completamente al Azar, con un número de tres tratamientos, con 9 repeticiones y con un número de 27 unidades experimentales.

Cuadro 2. Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de Libertad
Repetición	(r-1)	8
Tratamientos	(t-1)	2
Error	(r-1) (t-1)	16
Total	(t. r) - 1	26

Elaborado por: Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio

10.3 Tratamientos

Se obtuvo los tratamientos que se presentan a continuación:

Cuadro 3. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Código	Descripción
T1	C+H.L	Café + Humus de Lombriz.
T2	C+B.	Café + Biol
T3	C+T	Café + Testigo

Elaborado por: Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio

10.4 Unidad experimental

En el cuadro 4 se presentan las unidades experimentales utilizadas en la investigación.

Cuadro 4. Unidades experimentales

Tratamientos	Repeticiones	U. E.	Total
T1	9	1	9
T2	9	1	9
T3	9	1	9
TOTAL			27

UE= Unidades Experimentales

10.5 Variables a evaluar

Altura de planta

En esta variable se procedió a medir la altura desde el suelo hasta la parte más alta de la planta, se lo registró a los 7,14, 21 y 28 días, se lo realizó con la ayuda de un flexómetro y se expresó en centímetros.

Diámetro de planta

Para evaluar esta variable se midió el contorno del tallo de la planta a una altura de 10 cm aproximadamente, con el fin de registrar el incremento del grosor del tallo, se la midió con una cinta métrica y se midió en centímetros.

Número de ramas

El número de ramas se hizo el conteo de las ramas funcionales de cada planta a evaluar, se contó desde la primera hasta la última rama representativa, se registró en unidades.

10.6 Análisis e interpretación de resultados

Los cálculos de tabulación de los datos levantados en el campo fueron procesados con los siguientes programas de computación, Microsoft Excel, la redacción de la tesis en Microsoft Word. Se utilizó el paquete estadístico Infostat para tabular los resultados y una prueba de Duncan al 5% para rangos de significación. Todas las técnicas que fueron aplicadas en la investigación se llevaron a cabo una vez recolectado los datos de campo.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1 Análisis de textura de suelo

En el cuadro 5, los análisis efectuados muestran un suelo con textura franco-arenoso, con una concentración de 62% de arena, 32% de arcilla y 6% de limo, además de presentar un bajo contenido de materia orgánica con solo el 2,0%, en lo relacionado con los elementos como el Ca, Mg y Ca+Mg, el resultado fue de 16,0% 2,78% y 47,22% respectivamente.

Cuadro 5. Textura del suelo

Textura (%)			Clase Textural
Arena	Limo	Arcilla	
62	32	6	Franco-arenoso

Fuente: Laboratorio de suelos INIAP

11.2 Análisis de elementos de suelo

El suelo presenta un pH de 5,5 equivalente a un suelo ácido, en tanto el NH₄ registro 23 ppm, manteniéndose en el nivel medio, sin embargo, el P obtuvo niveles bajos con 7 ppm, los niveles de potasio y magnesio se registraron bajos con 0,18 y 0,5 meq/100ml respectivamente, a diferencia del calcio que mostro un índice medio con 8 meq/100ml.

Finalmente, elementos como el Cu y Fe expresaron valores altos con 11,6 y 151 ppm, a diferencia del Zn y Mn que mantuvieron en índices medios con 3,4 y 7,3 ppm

respectivamente, en cuanto al S los resultados fueron bajos con 4 ppm, de igual forma el M que registro solo 0,30 ppm.

Una vez finalizada la investigación los resultados evidencian un nivel de pH más equilibrado en una escala de 5,8, mientras que el NH₄ disminuyo con 22 ppm. Elementos como el fosforo, azufre y zinc incrementaron sus valores con: 29, 5 ,3 y5 ppm, el cobre disminuyo considerablemente con 3,7 ppm. El hierro y manganeso bajaron sus concentraciones con 101 y 2,8 ppm, el boro obtuvo valores altos con 0,42 ppm. Los elementos como potasio, calcio y magnesio incrementaron sus valores con 0,29, 6 y 1,2 meq/100ml, como se presenta en el cuadro 6.

Cuadro 6. Comparación de elementos del suelo

	ANTES	DESPUES
pH	5,50 Ac Rc	5,8 MeAc
NH ₄	23,00 M	22,00 M
P	7,00 B	29,00 A
S	4,00 B	5,00 B
Zn	3,40 M	3,50 M
Cu	11,60 A	3,70 M
Fe	151,00 A	101,00 A
Mn	7,30 M	2,80 B
B	0,30 B	0,42 B
K	0,18 B	0,29 M
Ca	8,00 M	6,00 M
Mg	0,50 B	1,20 M

Fuente: Laboratorio de suelos INIAP

11.3 Altura de planta

En el cuadro 7 se describe la variable altura de planta con los siguientes resultados: a los 7 días se consiguió la mayor altura en el tratamiento a base de abono edáfico con 127,11 cm, mientras que la menor altura se registró con el testigo que logro una altura de 110,56 cm. A los 14 días el valor más alto se mantuvo con el abono con el tratamiento aplicado el abono edáfico cuyo resultado fue 128,28 cm, a diferencia del testigo que tuvo el valor más bajo con 111,56. La asimilación de los abonos presento mejores resultados en el tratamiento foliar ya

que los resultados en general muestran un incremento más significativo, debido a que retienen por mayor tiempo sus propiedades nutritiva en la planta.

Transcurridos los 21 días el resultado más alto fue para el tratamiento abonos edáficos con 129,56 cm de altura, en tanto los índices inferiores fueron para el tratamiento testigo con 112,56. En el análisis de esta variable no se presentaron diferencias estadísticas según la prueba de Duncan.

Cuadro 7. Altura de plantas de café

Abono	Altura de planta (cm)				
	0 días	7 días	14 días	21 días	28 días
Foliar	124,28 a	127,11 a	128,06 a	129,00 a	130,11 a
Edáfico	125,39 a	127,00 a	128,28 a	129,56 a	131,06 a
Testigo	108,44 a	110,56 a	111,56 a	112,56 a	113,89 a
CV (%)	17,40	17,20	17,05	16,94	16,82

Medias con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Duncan

11.4 Incremento de la altura de planta

En lo referente al incremento en la altura de planta el abono foliar muestra el valor más alto con 5,83 cm hasta los 28 días, el abono edáfico obtuvo un incremento de 5,67 cm y finalmente el testigo mostro un crecimiento de 5,44 cm, tal como se observa en el cuadro 8.

En aplicaciones posteriores se pudo determinar que el abono edáfico dio mayores resultados en cuanto a las variables a medir, debido a esto su adaptabilidad en la absorción el abono foliar no respondió de una manera adecuada presentando bajo rendimiento en el incremento, producto las altas temperaturas presentadas en el sector, ocasionando un estrés hídrico de las plantas en estudio.

Cuadro 8. Incremento altura de planta

Abono	Altura de planta (cm)		
	0 días	28 días	Incremento
Foliar	124,39 a	130,11 a	5,38
Edáfico	125,39 a	131,06 a	5,67
Testigo	108,44 a	113,89 a	5,44
CV (%)	17,40	16,82	

11.5 Diámetro de planta

Muestra datos más altos en el tratamiento abonos edáficos, que al retener por mayor tiempo la humedad y los nutrientes disponibles en el suelo aumenta de manera significativa el desarrollo de esta variable.

En el diámetro de planta transcurrido 7 días el mayor diámetro se mantuvo entre los tratamientos Abono edáfico y testigo absoluto, con 2,95 centímetro en los dos caso, así como el menor diámetro de planta se observó en el tratamiento a base de3 abono foliar con 2,74 cm. En esta misma variable, a los 14 días el mayor índice fue para los tratamientos edáficos y testigos, resultando con 3,09 centímetro en los dos tratamientos. A los 21 días los valores más significativos se mostraron en el abono edáfico con 3,18 centímetros, así como el menor diámetro registro el abono foliar con 2,90m centímetros. Los datos obtenidos a los 28 días no registraron mayores cambios, siendo el tratamientos abonos edáficos el que registraron valores más altos con 3,25 centímetros, el menor valor marco el tratamiento abono foliar con un diámetro de 2,96 cm. En esta variable no se registraron diferencias estadísticas según las pruebas de Duncan al 5 %. Cuadro 9.

Cuadro 9. Diámetro de planta

Abono	Diámetro de planta (cm)				
	0 días	7 días	14 días	21 días	28 días
Foliar	2,68 a	2,74 a	2,81 a	2,90 a	2,96 a
Edáfico	2,86 a	2,95 a	3,09 a	3,18 a	3,25 a
Testigo	2,60 a	2,95 a	3,09 a	3,14 a	3,22 a
CV (%)	17,54	15,20	15,03	14,77	14,82

Medias con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Duncan

11.6 Incremento del diámetro de planta

En el cuadro 10 se puede notar el diámetro de tallo presento mayor incremento con el testigo, el cual presento un valor de 0,61 centímetros, el abono edáfico obtuvo un promedio de 0,39 cm y el abono foliar registro menores valores con 0,28 cm, estos valores corresponden desde que se empezó el ensayo hasta los 28 días.

Cuadro 10. Incremento del diámetro de tallo en plantas de café

Abono	Diámetro tallo (cm)		
	0 días	28 días	Incremento
Foliar	2,68 a	2,96 a	0,28
Edáfico	2,86 a	3,25 a	0,39
Testigo	2,60 a	3,22 a	0,61
CV (%)	17,54	14,82	

11.7 Número de ramas

En el análisis del número de ramas al iniciar la investigación el mayor número presento el tratamiento abono edáfico con un promedio de 28,89 ramas, mientras que valor inferior se obtuvo con el tratamiento abono edáfico, al finalizar el trabajo de campo la mayor cantidad de ramas demostró el tratamiento abono edáfico y testigo, con 30,56 ramas en los dos tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el tratamiento abono foliar 30,17 ramas en total. Cuadro 11.

Cuadro 11. Número de ramas

Abono	Número de ramas	
	Inicial	Final
Foliar	28,39 a	30,17 a
Edáfico	28,89 a	30,56 a
Testigo	28,56 a	30,56 a
CV (%)	24,80	23,56

Medias con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Duncan

Se acepta la hipótesis que indica “La utilización de abonos orgánicos en la producción del café, e incrementa los rendimientos comerciales”, ya que los resultados obtenidos corroboran con lo planteado.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

En el cuadro 12 se presenta el presupuesto que se desarrolló en el trabajo de investigación.

Cuadro 12. Presupuesto del proyecto

Rubros	Costos USD		
	Humus de lombriz	Biol	Testigo
Insumos			
Fungicida	8,30	8,30	8,30
Insecticida	2,75	2,75	2,75
Subtotal	11,05	11,05	11,05
Abonos			
Humus de Lombriz	123,00		
Biol		27,30	
Subtotal	123,00	27,30	0,00
Materiales			
Análisis de suelos	125,00	125,00	125,00
Análisis de Humus	137,00		
Análisis de Biol		125,00	
Identificaciones	22,80	22,80	22,80
Rastrillo	6,18	6,18	6,18
Azadón	5,50	5,50	5,50
Machetes	3,25	3,25	3,25
Calibrador de precisión	14,30	14,30	14,30
Regla métrica	6,00	6,00	6,00
Subtotal	320,03	183,03	58,03
Labores			
Limpieza del terreno	15,00	15,00	15,00
Riegos	15,00	15,00	15,00
Levantamiento de datos	30,00	30,00	30,00
Control de malezas	15,00	15,00	15,00
Manejo de plagas y enfermedades	10,00	10,00	10,00
Aplicación Abonos	15,00	15,00	
Subtotal	100,00	100,00	85,00
TOTAL USD	554,08	321,38	154,08

Elaborado por: Pilatasig Pilaguano Milton Fabricio

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el análisis de suelo el pH se incrementó a 5,8, en cuanto al NH₄ disminuyó con 22 ppm., mientras el fósforo, azufre y zinc incrementaron sus valores con: 29, 5,3 y 5 ppm, el cobre disminuyó considerablemente con 3,7 ppm, el hierro y manganeso bajaron sus concentraciones con 101 y 2,8 ppm, el boro obtuvo valores altos con 0,42 ppm, así mismo el potasio, calcio y magnesio incrementaron sus valores con 0,29, 6 y 1,2 meq/100ml.
- La altura de planta registro mayores resultados con el abono edáfico con promedios de 127,00 cm. al iniciar y 131,06 cm. a los 28 días.
- En el diámetro de tallo el mejor resultado se obtuvo con el abono edáfico, con 2,95 cm, a los 7 días, mientras a los 28 días el mayor diámetro registro abono edáfico con 3,25 cm.
- El mayor número de ramas se obtuvo con el abono edáfico, que registro 30,56 ramas en este estudio.

Recomendaciones

- Aplicar abonos edáficos, que se demostró que son los que mejor se adaptan a la planta de café por su fácil absorción y mayores beneficios para la planta.
- Incentivar la producción de café con la aplicación de productos orgánicos, que representan una alternativa sana y amigable con el medio ambiente.
- Promover investigaciones en este cultivo con diferentes dosis y métodos de fertilización, a su vez probar diversos tipos de fertilizantes.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, M. (2007). Cultivo y beneficiado del café. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia San José.
- Badui, S. (1993). Química en alimentos. Ciudad de México, México: Alhambra Mexicana.
- Borrelli, R. (2002). Chemical Characterization and Antioxidant Properties of Coffee Melanoidins. American Chemical Society. Obtenido de wikipedia: [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TSIA-5\(2\)-Temis-Perez-et-al-2011.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TSIA-5(2)-Temis-Perez-et-al-2011.pdf)
- Bustamente, J. (2001). Caracterización de resistencia incompleta *Hemileia vastatrix* en genotipos de café (*Coffea arabica* L). *Bioagro*, 65-70.
- Charrier, A. (1985). Botanical classification of coffee. Wesport, Connecticut, USA: M.N. Clifford.
- Claire, C. (1992). Manejo de Efluentes.
- COFENAC. (2003). Métodos y frecuencias de deshierbado. Desarrollo de tecnologías para la producción de café arábico orgánico.
- Doyle, M. (2012). Food microbiology: fundamentals and frontiers. U.S.A.: American Society for Microbiology Press.
- Figueroa, R. (1998). Café Orgánico. Guía para la caficultura ecológica.
- Garcés. (2002). Humus líquido. Obtenido de <http://www.humusina.com/propiedades.es.html>
- Glogowski. (2002). Preparación orgánica compost.
- Gomez, E. (2015). Cultivo de café. Obtenido de http://noheliaq5.blogspot.com/2015_10_01_archive.html
- Guilcapi, E. (2009). Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café variedad cuturra a nivel de vivero. Tesis de Grado, Escuela Politécnica De Chimborazo. Obtenido de [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627 GUILCAPI%20DANILO.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627%20GUILCAPI%20DANILO.pdf)

- ICAFE. (1998). Manual de recomendaciones para el cultivo de café. San Jose.
- ICAFE. (2011). Manual de recomendaciones para el cultivo de cafe. Artículo, Instituto de cafe de Costa Rica, Convenio ICAFE-MAG, San Jose.
- Infoagro. (2012). Obtenido de <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe.htm>
- Infoagro. (2012). Obtenido de <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe.htm>
- INIAP. (2004). Variedades mejoradas de café arábigo. Boletín Técnico nº 113.
- Macías , T. (2010). Principales enfermedades del cultivo del cafeto. Manual de caficultura.
- Media, E. (2012). Agroalimentaria. Obtenido de <http://profesor-edixon-medina-agro.blogspot.com/2016/02/primera-evaluacion-de-sistemas-de.html?view=magazine>
- Mendoza, R. (2001). Manejo de las enfermedades en los cafetales. . Costa Rica.
- Ordoñez, M. (2010). Scribd. Obtenido de <https://www.scribd.com/doc/99334053/Guia-Tecnica-de-Produccion-de-Semilleros-y-Viveros-de-Cafe>
- Procafe. (2012). Obtenido de <http://www.procafe.com.sv/menu/>
- Ramirez. (2010). Analisis situacional de las fincas de cafe coffea arabica, y respuesta sustentable en la parroquia San Roque del canton Piñas. Loja.
- Renard, M. C. (1993). La comercialización internacional del café. Chapingo,, Mexico: Universidad Autónoma Chapingo.
- Restrepo, J. (2001). Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. San José.
- Romero, G. (2010). Efecto de los sistemas agroforestales del café y del contexto del paisaje sobre la roya, (*Hemileia vastatrix*), broca (*Hypothenemus hampei* (Ferrari), con diferentes certificaciones en la provincia de Cartago, Costa Rica. Tesis de Grado.
- Sarantes, D. (1998). Antracnosis o muerte descendente del café. . Puesto para plantas.

- Sayago, M. (1999). Control fitosanitario en el cultivo de café. Obtenido de http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd62/cafe.html
- Sotomayor, I. (1993). Botánica el Manual del cultivo de café. INIAP, Quevedo.
- Suquilanda, M. (1996). Alternativa tecnológica del futuro. Quito.
- Ticheler, H. (1991). Estudio analítico de la epidemiología del escoltído de los granos de café. Costa de Marfil.
- Zamora, V. (2013). COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO HORTALIZAS DE HOJA CON TRES ABONOS ORGÁNICOS EN LA HACIENDA TECNILANDIA – QUEVEDO. Quevedo. Obtenido de repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/583/1/T-UTEQ-0123.pdf

15. ANEXOS

Anexo 1: Fotos de la investigación

Foto 1. Plantas experimentales



Foto 2 Monitoreo de plantas de café



Foto 3 Recopilación de datos y aplicación de abonos




Foto 4. Enfermedades del café



Foto 5. Pantas de café después de la investigación



Anexo 2: Análisis de elementos de suelo antes de la investigación




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre :	Pilatasi Pilaguano Milton		Nombre :	Finca Exp. La Playita		Cultivo Actual :			
Dirección :			Provincia :	Cotopaxi		N° de Reporte :	0476		
Ciudad :	La Maná		Cantón :	La Maná		Fecha de Muestreo :	09/11/2015		
Teléfono :			Parroquia :			Fecha de Ingreso :	09/11/2015		
Fax :			Ubicación :			Fecha de Salida :	27/11/2015		

N° Muest.	Datos del Lote			pH	ppm				meq/100ml				ppm															
	Laborat.	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B													
77066	Muestra 1			5,5	Ac	RC	23	M	7	B	0,18	B	8	M	0,5	B	4	B	3,4	M	11,6	A	151	A	7,3	M	0,30	B




INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES			
pH				Elementos: de N a B		pH		Olsen Modificado	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	pH = Suelo: agua (1:2.5)	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn		Colorimetría	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico		Absorción atómica	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn		B.S		

X.W. [Signature]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Después de 3 meses se debe volver a analizar.

+ [Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 3: Análisis de textura de suelo




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre :	Pilatasi Pilaguano Milton		Nombre :	Finca Exp. La Playita		Cultivo Actual :			
Dirección :			Provincia :	Cotopaxi		N° de Reporte :	0476		
Ciudad :	La Maná		Cantón :	La Maná		Fecha de Muestreo :	09/11/2015		
Teléfono :			Parroquia :			Fecha de Ingreso :	09/11/2015		
Fax :			Ubicación :			Fecha de Salida :	27/11/2015		

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	AH+H	AI	Na									C.E.	M.O.	Mg	
77066						16,0	2,78	47,22	8,68			62	32	6	Franco-Arenoso




INTERPRETACION				ABREVIATURAS		METODOLOGIA USADA	
Al+H, AI y Na		C.E.		M.O. y CI		C.E.	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	C.E. = Conductividad Eléctrica	M.O. = Materia Orgánica	C.E. = Conductímetro	
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio	RAS = Relación de Adsorción de Sodio	AI+H = Titulación de Welkley Black	M.O. = Titulación de Welkley Black	
T = Tóxico			A = Alto			AI+H = Titulación con NaOH	

X.W. [Signature]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Después de 3 meses se debe volver a analizar.

+ [Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 4: Análisis de elementos de suelo después de la investigación




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.ctp@iniap.gob.ec

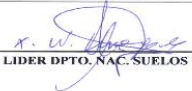
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre :	Pilatasig Milton		Nombre :	Centro Exp. La Playita		Cultivo Actual :	Café	
Dirección :	milton.fabricio@hotmail.com		Provincia :	Cotopaxi		N° Reporte :	685	
Ciudad :	La Maná		Cantón :	La Maná		Fecha de Muestreo :	13/07/2016	
Teléfono :			Parroquia :			Fecha de Ingreso :	13/07/2016	
Fax :			Ubicación :			Fecha de Salida :	26/07/2016	


N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			mcq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
79520	Bloque 1		5,8 MeAc	22 M	29 A	0,29 M	6 M	1,2 M	5 B	3,5 M	3,7 M	101 A	2,8 B	0,42 B	




<p style="text-align: center;">INTERPRETACION</p> <p>pH MeAc = Muy Acido LAc = Liger. Acido LAl = Lige. Alcalino RC = Requiere Cal Ac = Acido FN = Prac. Neutro MeAl = Media. Alcalino MeAc = Media. Acido N = Neutro Al = Alcalino</p> <p style="text-align: center;">Elementos de N a B B = Bajo M = Medio A = Alto</p>	<p style="text-align: center;">METODOLOGIA USADA</p> <p>pH = Suco: agua (1.2.5) N,P,B = Colorimetría S = Turbidimetría K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica</p> <p style="text-align: center;">EXTRACTANTES</p> <p>Olsen Modificado N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn Fosfato de Calcio Monobásico BS</p>
---	---


LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados


RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 5: Análisis especial de abono




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 052783044 Ext. 201


Nombre del Propietario :	Milton Pilatasig	Telef :		Reporte N° :	005437
Nombre de la Propiedad :	Sin Nombre	Cultivo :	Abonos	Fecha de muestreo :	27/11/2015
Localización :	La Maná	Cotopaxi		Fecha de ingreso:	27/11/2015
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	15/12/2015

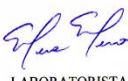
RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONO

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm				
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
56739	Muestra Biol	0.2	0.17	1.87	1.15	0.17						
56740	Muestra Vermi compost	1.9	0.16	0.80	1.11	0.23						

Observaciones:


Jefe Departamento




Laboratorista

Me comprometo a entregar en el tiempo establecido los resultados