

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Suroccidente
Ingeniería en Agronomía Tropical**



Documento de Graduación

Evaluación de tres fuentes nutricionales, en el crecimiento de tres variedades de *Coffea arabica* L. Rubiaceae "Café" en fase de almácigo, en finca California, San Antonio, Suchitepéquez.

Saúl Osberto López Coculista

Carnet: 9240354

Docente Asesor:

Ph. D. Mynor Raúl Otzoy Rosales

Mazatenango, Suchitepéquez, Septiembre de 2,012.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE AGRONOMIA TROPICAL
MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.

Mazatenango, Agosto de 2,012.

Ing. Agr. M. Sc. Martin Salvador Sánchez
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario del Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores diarias.

Por medio de la presente, hago constar que he procedido a revisar el trabajo de graduación titulado **“Evaluación de tres fuentes nutricionales, en el crecimiento de tres variedades de *Coffea arabica* L. Rubiaceae “Café” en fase de almácigo, en finca California, San Antonio, Suchitepéquez.”** presentado por el estudiante Saúl Osberto López Coculista, quien se identifica con el carnet estudiantil No. 9240354.

Luego del asesoramiento otorgado y la revisión del informe, considero que el mismo llena los requisitos para continuar los trámites correspondientes, por lo que firmo la presente en calidad de asesor del trabajo de graduación.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

F. _____

Ph. D. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Docente Asesor

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Suroccidente

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

Rector

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

Secretario General

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente

Lic. José Alberto Chuga Escobar

Presidente

Representantes Docentes

MSc. Alba Ruth Maldonado de León

Secretaria

Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril

Vocal

Representante Graduado del CUNSUROCC

Licda. Mildred Gricelda Hidalgo Mazariegos

Vocal

Representantes Estudiantiles

PC. Cristian Ernesto Castillo Sandoval

Vocal

P.E.M. Carlos Enrique Jalel de los Santos

Vocal

INDICE GENERAL

I.	Introducción	1
II.	Revisión de literatura	2
2.1	Marco conceptual.....	2
2.1.1	Descripción botánica y sistemática de <i>Coffea arabica</i> L.	2
2.1.2	Clima y suelo	4
2.1.3	Semilleros	5
2.1.4	Almácigos.....	7
2.1.5	Fisiología de <i>C. arabica</i> en almácigo	9
2.1.6	Fenología de <i>C. arabica</i> en almácigo	10
2.1.7	Elementos esenciales para la nutrición de <i>C. arabica</i> L.	11
2.1.8	Función de los elementos nutricionales y síntomas de su deficiencia en las plantas de <i>C. arabica</i> L.....	11
2.1.9	Importancia de la fertilización del cultivo de <i>C. arabica</i> L.....	14
2.1.10	Caficultura orgánica	14
2.1.11	Fertilización orgánica (fertilización biológica)	15
2.1.12	Índices de crecimiento y desarrollo en almácigos de <i>C. arabica</i> L.	15
2.1.13	Condiciones aceptables de un almácigo de <i>Coffea arabica</i> L.....	16
2.2	Marco referencial.....	16
2.2.1	Variedades de café consideradas en el estudio.....	16
2.2.2	Fuentes nutricionales utilizadas en el estudio	19
2.2.3	Descripción del lugar de realización de la investigación.....	21
2.2.4	Estudios realizados	23
III.	Objetivos	27
3.1	Objetivo General	27
3.2	Objetivos Específicos	27
IV.	Hipótesis	28
V.	Materiales y métodos.....	29
5.1	Materiales y equipo	29
5.1.1	Materiales.....	29
5.1.2	Equipo y herramienta	29
5.1.3	Recurso humano.....	30
5.1.4	Variedades de <i>Coffea arabica</i> evaluadas.....	30
5.1.5	Fuentes nutricionales evaluadas.....	30
5.2	Metodología	31
5.2.1	Manejo Agronómico	31
5.2.2	Diseño experimental.....	37
5.2.3	Unidad experimental y aleatorización	39
5.2.4	Variables respuesta.....	41
5.2.5	Análisis de variables experimentales	42
5.2.6	Comparación de medias.....	43

5.3 Análisis económico	43
5.3.1 Análisis de la información.....	44
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	45
VII. Conclusiones.....	58
VIII. Recomendaciones.....	59
IX. Bibliografía.....	60
X. ANEXOS	63

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1	Clasificación taxonómica del cultivo de <i>C. arabica</i> L.	2
2	Estadíos fenológicos de la plántula de <i>C. arabica</i> L. en fase de almácigo.	10
3	Índices de crecimiento en altura, diámetro del tallo y número de nudos en el eje ortotrópico de árboles de <i>Coffea arabica</i> L.	15
4	Escala de medición visual del vigor de una planta de <i>Coffea arabica</i> L.	16
5	Características físicas y químicas del fertilizante triple 15.	21
6	Combinación de las fuentes nutricionales y las variedades de <i>C. arabica</i>	37
7	Descripción de los tratamientos a evaluar en el estudio.	38
8	Cuadro resumen de análisis de varianza realizados a variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hoja y vigor de planta.	45
9	Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, de la variable altura de planta para el factor B (fuente nutricional).	46
10	Prueba de medias del Tukey al 5% de significancia, entre la interacción AxB, de la variable diámetro de plantas.	52
11	Prueba de medias del Tukey al 5% de significancia, de la variable número de hojas por planta, entre las distintas variedades de <i>C. arabica</i> L. (factor A).	50
12	Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, de la variable número de hojas por planta para el factor B (fuente nutricional).	51
13	Prueba de medias del Tukey al 5% de significancia, de la interacción AxB, de la variable número de hojas por plántula.	52
14	Prueba de medias del Tukey al 5% de significancia, de la variable vigor de planta, entre las distintas fuentes nutricionales (factor B).	54
15	Costos que varían y beneficios netos por tratamiento.	55
16	Determinación de dominancia de los tratamientos evaluados.	56
17	Determinación de la tasa de retorno marginal de los tratamientos no dominados.	56

18	Boleta para la toma de las variables respuestas consideradas en el estudio.	65
19	Análisis de varianza de la variable altura (cm) de planta, del experimento.	66
20	Análisis de varianza de la variable diámetro (mm) de plántulas del experimento.	66
21	Análisis de varianza de la variable hojas por plántulas del experimento. . .	67
22	Análisis de varianza de la variable vigor de planta en el experimento.	67

INDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Planta de <i>Coffea arabica</i> c.v. Caturra	17
2	Planta de <i>Coffea arabica</i> c.v. Catuaí.	18
3	Planta de <i>Coffea arabica</i> c.v. Catimor.	19
4	Ubicación geográfica de finca California, San Antonio Suchitepéquez. .	22
5	Establecimiento de tablón semillero de <i>C. arabica</i>	31
6	Proceso de llenado de bolsas de almácigo de <i>C. arabica</i>	32
7	Proceso de injertación y trasplante de <i>C. arabica</i> a bolsa.	34
8	Proceso de toma de datos en campo.	36
9	Dimensiones de la unidad experimental.	39
10	Aleatorización de tratamientos y distribución de bloques en el campo. .	40
11	Ubicación de la unidad de práctica en mapa cartográfico, departamento Suchitepéquez.	64

RESUMEN

En finca California, se realizó la investigación “Evaluación de tres fuentes nutricionales, en el crecimiento de tres variedades de *Coffea arabica* L. Rubiaceae “Café” en fase de almácigo, en finca California, San Antonio, Suchitepéquez”.

En la investigación las fuentes nutricionales evaluadas fueron: dos abonos orgánicos (bokashi y lombricompost en proporción de una parte de abono orgánico por tres partes de suelo 1:3), y una fertilización convencional (fertilizante 15-15-15) como testigo absoluto (comparador de las otras dos fuentes). Y las variedades de café en las que se evaluaron las fuente nutrimentales fueron *Coffea arabica* c.v. Caturra, *Coffea arabica* c.v. Catuaí y *Coffea arabica* c.v. Catimor.

En la evaluación se empleó un diseño experimental bifactorial en bloques al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, se consideraron como factor A: las variedades *Coffea arabica* c.v. Caturra, *Coffea arabica* c.v. Catuaí y *Coffea arabica* c.v. Catimor y como factor B: los abonos orgánicos, tipo Bocashi y lombricompost. Las variables respuesta medidas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas por planta y vigor de planta.

De acuerdo a los análisis estadísticos, entre las distintas variedades de café evaluadas, en la variable número de hojas por planta, si existió diferencia altamente significativa, por lo cual, es válida la hipótesis de que una de las variedades de café tuvo efectos diferentes en su desarrollo en almácigo. Siendo las que presentaron las medias más altas: las variedades Caturra y Catuaí.

Además, existió diferencia altamente significativa entre las fuentes nutricionales, en las variables: altura de planta, número de hojas y vigor de planta, por lo tanto se aceptó la hipótesis que al menos una fuente nutricional tuvo efectos diferentes sobre el desarrollo de café en almácigo, siendo éstas Bocashi y lombricompost.

Con respecto a la interacción entre la variedad de café y fuente nutricional, en las variables diámetro de tallo y número de hojas por planta, si existió diferencia altamente significativa, lo cual hizo válida la hipótesis de que la interacción tuvo efectos diferentes sobre el desarrollo de las plantas de café en almácigo. Siendo las interacciones de variedad Caturra + Bocashi, Catuaí + Bocashi y Catuaí + lombricompost las mejores.

Según el análisis económico de presupuestos parciales, el tratamiento que consistió en la variedad Caturra + Bocashi, fue el mejor, con una rentabilidad de 283.77%.

En base a los resultados de la evaluación se recomienda el uso de abono orgánico bocashi y lombricompost como fuente nutricional y las variedades de café Caturra y Catuaí, para producir plantas de buen desarrollo en el almácigo de café de finca California.

I. Introducción

La finca California, se encuentra geográficamente en jurisdicción municipal de San Antonio Suchitepéquez a seis kilómetros de distancia, hacia el noreste de la misma ciudad. La finca California pertenece a la comunidad ACKIWQ (Asociación Campesina Kabawil Integral Wajxabi Qànil), integrada por 32 familias de la etnia Quiché, que en el año 2,002 compraron las 2.956 caballerías de terreno, de las cuales, el 22.73% del área, está cultivada con *Coffea arabica* L.

De acuerdo a lo que reporta Castellón, J. U., (1999), quien afirma que para la formación de una plantación de café promisoría, es importante producir plantas de almácigo vigorosas, y entre los factores para el desarrollo de estas, se destaca la nutrición, por lo que se planteó la investigación de dos fuentes nutricionales de abonos orgánicos, tipo Bocashi y lombricompost, comparándola con fertilización convencional como testigo, en *Coffea arabica* c.v. Caturra, *Coffea arabica* c.v. Catuaí y *Coffea arabica* c.v. Catimor en fase de almácigo, con el objeto de producir plantas de almácigo de buena calidad. Esta evaluación consistió en el montaje de un diseño experimental bifactorial en bloques al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones.

Según el diagnóstico practicado en la finca California, el cultivo del café ya se encontraba establecido en ella cuando la comunidad la adquirió, debido a que los nuevos dueños necesitan renovar la plantación de *Coffea arábica*, asesoría y de acuerdo a su idiosincrasia requieren un manejo orgánico y variedades de café de buen rendimiento. Lo que generó los cuestionamientos de ¿Cuál sería la variedad adecuada para las condiciones del lugar? y ¿Qué manejo aplicar?

II. Revisión de literatura

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Descripción botánica y sistemática de *Coffea arabica* L.

El café pertenece a la familia Rubiaceae, a la cual pertenece el género *Coffea*, establecido por De Jussieu en 1737, según Coste en 1978, citado por Balaña (2003).

Se considera que se explotan en todo el mundo fundamentalmente dos especies: *Coffea arabica* y *Coffea canephora*, la clasificación taxonómica de estas especies se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cultivo de *C. arabica* L.

TAXONOMÍA	NOMBRE
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Asteridae
Orden	Gentianales
Familia	Rubiaceae
Tribu	Ixoreae
Genero	<i>Coffea</i>
Especie (s)	<i>C. arabica</i> <i>C. canephora</i> <i>C. liberica, etc.</i>

Fuente: Cronquis, (1,980).

En Guatemala, según ANACAFE (1998), la especie comercial que se cultiva es la *C. arabica*. A nivel mundial también es la más importante, observándose que más del 70% de la producción proviene de ella.

Según Coste en 1978, citado por Balaña (2003), afirman que la especie *C. arabica*, por su antigüedad es la más extendida en todo el mundo, presentando las características siguientes:

Es un arbusto de hoja perenne, de 8 a 10 m de altura, ramas opuestas, largas, flexibles, muy delgadas, de aspecto semi-erecto cuando son jóvenes, ensanchado y decaído en la edad adulta.

Las hojas son opuestas, ovaladas, acuminadas, de peciolo corto, borde ondulado y superficie brillante, ligeramente abarquillada, con una longitud de 10 a 15 cm y con un ancho de cuatro a seis cm.

Sus flores son blancas de perfume ajazminado, agrupadas en la axila de las parejas de hojas, en cimas de dos ó tres, constituyendo verticilos de ocho a 15 flores, cada flor sujeta por un corto pedúnculo y un cáliz compuesto de cinco pequeñas brácteas, recubre el ovario. La corola está formada por un largo tubo que es ensanchada en cinco lóbulos (seis en raras ocasiones) muy estrechos, los estambres se encuentran soldados a los pétalos, con anteras alargadas y pistilo formado por un largo estilo y dos finos estigmas dominando la corola.

El ovario es una drupa, llamada corrientemente cereza, ovoidea, roja, si está madura, de 10 a 15 mm de diámetro por 16 a 18 de largo, constituida por un exocarpio (piel) coloreado, un mesocarpio carnoso y blanco-amarillento (pulpa) y dos semillas unidas por sus caras planas. Cuando uno de estos dos óvulos aborta, el otro se desarrolla dando una semilla ovoidea, conocida comercialmente con el nombre de caracolito. Cada grano está protegido por dos envolturas, la primera llamada endocarpio es delgada y de textura esclerosa (parche), la segunda denominada perispermo es una membrana muy fina (película plateada) más o menos adherida al grano.

La semilla es de color gris-amarillenta o gris pizarra, más o menos azulado o gris verdoso, según las variedades, el modo de preparación, el medio y el tiempo de conservación. Está formada por un albumen córneo, de superficie lisa, cuya cara plana está hendida siguiendo el eje mayor por un surco más o menos rectilíneo en cuya base está situado un embrión corto que comprende una radícula cónica y dos cotiledones cordiformes.

Esta especie, por su naturaleza es una planta autógama (autofecunda), tiene unas características respectivamente homogéneas, sin embargo, ha dado lugar al nacimiento de cierto número de variedades e híbridos, tipos y cultivos regionales que indican la influencia que indudablemente ejerce el ambiente.

2.1.2 Clima y suelo

C.arabica 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. (Infoagro, 2011).

El café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750 mm anuales ($7.500 \text{ m}^3/\text{ha}$) hasta 3000 mm ($30.000 \text{ m}^3/\text{ha}$), 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. 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. En otoño sin embargo es conveniente un período de sequía que induzca la floración del año siguiente. (Infoagro, 2011).

El café prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado. Los limos volcánicos son ideales. La reacción del suelo debe ser más bien ácida. Una variación del pH de 4,2-5,1 se considera lo mejor para *Coffea arabica* en Brasil y para *Coffea robusta* en el África Oriental. Además, la respuesta fotosintética y síntesis bioquímica de la planta se ve muy influida por el período climático del año. Así los diferentes niveles de clorofilas, carotenóides, etc., se ven modificados en función de las temperaturas, de la intensidad luminosa (Infoagro, 2011).

2.1.3 Semilleros

Según ANACAFE (1998), en un programa de tecnificación donde el objetivo básico es obtener buenas cosechas de café, es necesario tener cafetos sanos, vigorosos y de buena producción. Esto se logra seleccionando semilla que garantice la obtención de los resultados deseados.

El semillero es utilizado para la siembra de la semilla y donde esta permanece durante los primeros 45 a 60 días después de la siembra, por lo que ANACAFE (1998) recomienda seguir los siguientes pasos para la realización de un semillero:

2.1.3.1 Selección del lugar: este debe ser un sitio plano, seco, soleado y con acceso de agua para riego, (ANACAFE, 1998).

2.1.3.2 Sustrato: debe estar libre de materia orgánica, de preferencia con textura arenosa o franco arenosa, volteado, revuelto y mullido. Con diseño en camas o tabloncillos de suelo de 20 centímetros de profundidad,

de 1.0 a 1.20 metros de ancho y largo necesario para la cantidad de semilla a sembrar, (ANACAFE, 1998).

2.1.3.3 Tratado del suelo o sustrato: La manera más fácil y eficaz de eliminar todos os agentes potenciales de futuros daños, es por medio de la esterilización del suelo. Esto se logra con un fungicida como el metilditiocarbamato de sodio (Trimatron 51), que se aplica en dosis de 80 a 100 litros/ha. de semillero, 15 días antes de la siembra, (ANACAFE, 1998).

2.1.3.4 Época de siembra: El tiempo más adecuado para la realización de semilleros está relacionado con el período del almácigo, altura de la finca sobre el nivel del mar y el trasplante a campo. Tomando en cuenta la aparición de enfermedades, principalmente el mal del talluelo, se recomienda hacerlos durante la época seca (octubre a abril), de acuerdo con la planificación de siembra de la finca, (ANACAFE, 1998).

2.1.3.5 Sistema de siembra: La semilla se puede sembrar en surcos, bandas o al voleo. El sistema más recomendable es en bandas, de cinco centímetros de ancho y cinco centímetros de separación; cuidando de no colocar las semillas una sobre otra, (ANACAFE, 1998).

2.1.3.6 Cobertura: Los tablones ya sembrados deben de cubrirse con paja de una especie de gramínea seca, que se encuentre libre de semillas. Se puede colocar directamente sobre la superficie del suelo o bien sobre una serie de reglas o marimba, apoyadas sobre soportes longitudinales. El propósito de esta cobertura es crear condiciones más estables de humedad y temperatura, a la vez de protegerlo de acciones directas del agua de riego o cualquier otro agente extraño, (ANACAFE, 1998).

2.1.4 Almacigos

Según ANACAFE (1998), La elaboración de un buen almacigo es parte fundamental en el éxito de la futura plantación. En Guatemala existen dos sistemas de elaboración de almacigos de café; en bolsas de polietileno y al suelo. Para el caso de la presente investigación, se consideró la elaboración del almacigo en bolsas de polietileno, por lo que a continuación se detallan los aspectos que deben tomarse en cuenta:

- 2.1.4.1 Lugar:** De fácil acceso, protegido del viento, topografía plana o moderadamente inclinada, buen drenaje, disponibilidad de riego y protegido por vandalismo y daño por animales, (ANACAFE, 1998).
- 2.1.4.2 La bolsa:** De acuerdo con los estudios de ANACAFE y la experiencia en las fincas, la bolsa más adecuada es la de polietileno negro, perforada de tres milésimas de grosor y de siete por diez pulgadas para un cafeto y de ocho x diez para dos cafetos.
- 2.1.4.3 El suelo:** El uso del suelo superficial para el llenado de bolsas puede causar degradación permanente del recurso suelo en la finca, por ello se recomienda utilizar suelos provenientes de áreas que permitan hacer cortes profundos y mezclas con arena y pulpa, para tener resultados adecuados. Para ello existen diferentes mezclas recomendadas, (ANACAFE, 1998).
- 2.1.4.4 Ordenamiento de las bolsas:** Se colocan en hileras dobles con calles de 40 a 50 centímetros de ancho. Estas deben enterrarse a una profundidad que depende de la temperatura y humedad del ambiente y del suelo. Entre más caliente y seco, mayor será la profundidad a que se entierran las bolsas, (ANACAFE, 1998).

- 2.1.4.5 Trasplante:** El tamaño adecuado es cuando la planta está en la etapa de soldadito (el tallo con sus hojas cotiledonares aún encerradas dentro del pergamino), (ANACAFE, 1998).
- 2.1.4.6 Sombra:** Depende de las condiciones de la finca, se puede utilizar sombra viva o muerta (tapexco). Las especies a usar como sombra viva deben ser de rápido crecimiento, fácil de manejar y que permitan una penetración uniforme de la luz, (ANACAFE, 1998).
- 2.1.4.7 Riego:** La época más adecuada para establecer los almácigos es al inicio de la estación lluviosa, para la mayoría de las regiones, a partir de mayo, aunque esto tiene mucho que ver con la edad, tamaño y época a la que se desea trasplantar a campo definitivo. El agua es de vital importancia, la de lluvia se complementa con el riego, en los días secos de la estación lluviosa, así mismo durante toda la estación seca. Se recomienda la supervisión del riego para que se haga de forma adecuada, (ANACAFE, 1998).
- 2.1.4.8 Fertilización:** Para la etapa de almácigos, ANACAFE (1998), menciona tres variantes, que se presentan a continuación.
- a) Fertilización disuelta al suelo del almácigo; consiste en disolver el fertilizante y aplicarlo con aspersora de mochila al suelo, es muy efectiva, práctica y económica. Las fórmulas más adecuadas son 20-20-0, 16-20-0 o 18-46-0, disueltas en agua a una concentración del 3%, equivalente a 306.8 kg/ha. La solución se aplica al suelo a razón de 50 c.c. por bolsa, por aplicación. Deberán hacerse de cuatro a cinco aplicaciones después de la siembra.
 - b) Fertilización granulada al suelo del almácigo; los almácigos deben fertilizarse con una fórmula como 20-20-0, 16-20-0, 18-46-0 o 10-50-0 granulada, al suelo a una dosis de 1022.7 kg./ha., por aplicación, alrededor del tallo, realizando una aplicación por mes.

c) Fertilización foliar en almácigos; se puede mejorar el vigor y desarrollo de las plantitas por medios de aplicación de fertilizantes foliares. Se recomiendan formulas completas que contengan elementos menores, principalmente zinc, boro, hierro, etc. Las dosis varían de 24.5 a 49 kg./ha.. Si es líquido de 27 a 54 l./ha. Los fertilizantes foliares se aplican cada 15 a 30 días según el aspecto de las plantas y es recomendable realizarlas cuando las plantas ya presenten de dos a tres pares de hojas.

2.1.4.9 Programa fitosanitario: La protección fitosanitaria es de importancia para la producción de plantas de café vigorosas y sanas. Dependiendo de las zonas, así será la influencia de patógenos que provoquen enfermedades. La aplicación de agroquímicos debe iniciarse en la etapa de soldadito para evitar problemas de mal del talluelo. Es importante realizar una rotación de los productos para evitar el desarrollo de resistencia de las plagas a los mismos, (ANACAFE, 1998).

2.1.4.10 Control de malezas: El control de malezas puede realizarse en forma manual o química, en este último caso se recomienda tener un mucho control debido a que pueden provocar fitotoxicidad en la planta. Para disminuir la incidencia de las malezas se puede utilizar cobertura en las calles entre hileras y utilizar cascabillo (pergamino) de café y/o arena blanca sobre las bolsas, (ANACAFE, 1998).

2.1.5 Fisiología de *C. arabica* en almácigo

Básicamente, en la etapa de almácigo es donde se empieza a formar la raíz pivotante o clavo, pero principalmente se desarrollan las raíces laterales y raicillas, las cuales son responsables de la absorción de agua y nutrientes. (ANACAFE, 1998)

El tallo crece verticalmente a través del meristemo terminal hasta que la planta tiene de 6 a 7 pares de hojas y produce el primer par de ramas (cruz), desarrollada a través de una yema denominada cabeza de serie, la cual seguirá ramificándose formando de tres a cuatro cruces en almácigo. Sobre las bandolas o cruces en las axilas de cada par de hojas se desarrollan las yemas laterales que son básicamente de naturaleza vegetativa. (ANACAFE, 1998)

La formación de hojas es fundamental en la etapa de almácigo, ya que ellas realizan la producción de muchos alimentos y hormonas con las que la planta crece y se desarrolla. Además las hojas sirven de vehículo para absorber el carbono atmosférico y la energía solar, así como la liberación de agua en forma de vapor por medio de los estomas, siendo estos procesos fundamentales para el buen desarrollo del almácigo. (ANACAFE, 1998)

2.1.6 Fenología de *C. arabica* en almácigo

El desarrollo fenológico de la plántula de café en la fase de almácigo, se define según Meier (2001), en los 10 estadíos que se presentan en el cuadro dos a continuación.

Cuadro 2. Estadíos fenológicos de la plántula de *C. arabica* L. en fase de almácigo.

Código	Descripción
Estado principal de crecimiento 1: Formación de hojas.	
11	Primer par de hojas abierto pero sin alcanzar su tamaño final. Hojas de color verde claro o bronceado.
12	2 pares de hojas abiertas, pero sin alcanzarsu tamaño final. Hojas de color verde claro o bronceado.
13	3 pares de hojas abiertas, pero sin alcanzarsu tamaño final. El tercer par de hojas a partir del ápice es de color verde oscuro.
14	4 pares de hojas abiertas. El cuato par de hojas a partir del ápice es de color verde oscuro y a alcanzado su tamaño final.
1. . .	Los estados continúan hasta. . .
19	9 o más pares de hojas abiertas visibles.

Fuente: Meier, (2001).

En base a la información del cuadro dos anterior, durante la etapa de almácigo, la planta de café debe llegar a presentar hasta nueve pares de hojas de color verde oscuro, bien abiertas, sanas, sin presencia de amarillamientos, ni plagas o enfermedades, para considerarse con un excelente desarrollo del crecimiento vegetativo.

2.1.7 Elementos esenciales para la nutrición de *C. arabica* L.

Según Mora (2008), 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 radicular de la planta de café, los que pueden ser absorbidos también por vía foliar.

Continúa Mora (2008), afirmando que los elementos pueden clasificarse en mayores, secundarios y menores, de acuerdo al criterio que se utiliza que es el del grado de extracción que la planta hace de estos elementos, lo cual no significa que unos sean más importantes que otros.

2.1.8 Función de los elementos nutricionales y síntomas de su deficiencia en las plantas de *C. arabica* L.

A. Nitrógeno: Este elemento es de vital importancia para lograr de la planta un crecimiento vigoroso y también un buen desarrollo del fruto, un adecuado suministro de este elemento proporciona buena presencia a la planta, porque la mantiene con hojas verdes y lustrosas, así como de buen porte (Mora 2008). El nitrógeno interviene en la utilización de los carbohidratos y participa en la formación de compuestos orgánicos como los aminoácidos y las proteínas, por lo tanto, forma parte del protoplasma celular y participa en la formación de la clorofila. La deficiencia de nitrógeno se manifiesta como una decoloración en las hojas jóvenes y nuevas, a verde claro y verde amarillento resaltando el color verde en las yemas (ANACAFE, 2004).

B. Fósforo: Según Mora (2008), este elemento interviene en gran número de procesos metabólicos que estimulan la división celular, contribuye en el buen desarrollo radical y en el crecimiento de nuevos brotes, favorece también la floración y su fertilidad (por medio de polen), y además es esencial para la buena formación del fruto y de la semilla. ANACAFE (2004), indica que cuando hay deficiencia de fosforo se observan manchas rojizas o pardo rojizas en las hojas adultas y viejas.

C. Potasio: El potasio desempeña varias funciones vitales en la planta de café, entre otras, participa en la formación y en el transporte de almidones que constituyen las sustancias de reserva, además, proporciona consistencia a los tejidos y aumento de la resistencia de la planta a las enfermedades, entre otras como cita Mora (2008). El síntoma de la deficiencia de potasio es el color bronceado y muerte del tejido en los bordes de las hojas adultas y viejas con límites bien marcados (ANACAFE, 2004).

D. Calcio: Según Mora (2008), el calcio actúa como regulador del crecimiento, forma parte de la pared celular y actúa en el aprovechamiento de otros nutrientes. De acuerdo a ANACAFE (2004), la deficiencia de calcio muestra una pérdida de color verde en forma de palidez muy leve en los bordes de las hojas nuevas.

E. Magnesio: Como cita Mora (2008), este elemento es el principal componente de la molécula de clorofila, por lo tanto, es de mucha importancia en el proceso fotosintético, ya que actúa en varios procesos enzimáticos y contribuye en el aprovechamiento del fósforo dentro de la planta. ANACAFE (2004), cita que el síntoma de deficiencia son manchas moteadas pardas amarillentas en los espacios entre las venas de las hojas adultas y viejas.

F. Azufre: Este elemento según Mora (2008), es necesario para que se efectúe la síntesis de los aminoácidos y la transformación de la energía en la planta.

Según cita Monge (1999), en la deficiencia de azufre se observan hojas jóvenes de color verde citrino, angostas, con nervaduras secundarias que aparecen hundidas y en las hojas más grandes la clorosis es amarillenta.

G. Hierro: Al igual que el magnesio, este elemento interviene en la formación de la clorofila y en el metabolismo de la planta. La deficiencia de hierro provoca la decoloración de las hojas nuevas y jóvenes, de un verde claro a un verde amarillento y las hojas mantienen su tamaño (ANACAFE, 2004).

H. Boro: En relación al boro, Monge (2008), cita que actúa como regulador del crecimiento e interviene en la absorción de nitratos, que la fertilidad del polen está relacionada con la disponibilidad de boro y que este elemento también está asociado con el metabolismo de los carbohidratos, facilita el movimiento de los azúcares e interviene en el proceso de división celular. Con una adecuada presencia de este elemento en la planta, se logra buena fructificación, porque influye en la floración y en la formación del grano (Monge, 2008). Una deficiencia de boro ocasiona muerte de las yemas terminales de las ramas, deformación de las hojas nuevas y brotes en las ramas que le dan apariencia de palmilla (ANACAFE, 2004).

I. Zinc: Así como otros elementos menores, interviene en funciones de tipo orgánico y participa en la formación de la clorofila, actuando como catalizador y como elemento regulador de crecimiento (Mora, 2008). ANACAFE (2004) cita que cuando existe deficiencia del zinc, las hojas nuevas y jóvenes se muestran pequeñas y angostas con pérdida de color resaltando el verde entre las venas y se agrupan en forma de roseta por acortamiento de los nudos, provocando el achaparramiento del cafeto y producción de frutos pequeños.

En síntesis, en base a lo anterior, dentro de las deficiencias de las plántulas de café que se manifiestan en fase de almácigo están: la deficiencia de nitrógeno, calcio y hierro que se manifiestan con clorosis y amarillamientos en la superficie

foliar de hojas jóvenes; y las deficiencias de azufre, boro y zinc, que provocan deformación en hojas jóvenes y arrocetamiento acompañado de achaparramiento.

2.1.9 Importancia de la fertilización del cultivo de *C. arabica* L.

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 y además la explotación sostenida del suelo puede ser también causa de desbalances y de empobrecimiento por lo que es importante realizar la fertilización del cultivo, para prevenir posibles deficiencias y asegurar así adecuados niveles de producción y una vida productiva larga a través del tiempo (Monge, 2008).

2.1.10 Caficultura orgánica

López, E.; Mendoza, A. (1999), definen a la caficultura orgánica como un sistema de producción que promueve el manejo integral de las plantaciones mediante técnicas e insumos compatibles con el ambiente, que se basa en cinco principios que son: 1) el uso de especies y variedades de café adaptadas al clima local, 2) garantizar la biodiversidad dentro del agroecosistema, 3) manejo ecológico del suelo (medidas de protección y fertilización orgánica), 4) manejo ecológico de plagas, enfermedades y hierbas, 5) establecimiento de líneas de control de calidad en la producción y cosecha.

2.1.11 Fertilización orgánica (fertilización biológica)

Según López, E.; Mendoza, A. (1999), son los métodos o prácticas utilizadas para la adición de materia orgánica, abonos orgánicos y/o fertilizantes minerales, así como también la inoculación de microorganismos fijadores de nutrientes al suelo, con el propósito de contribuir en la conservación y mejoramiento de la fertilidad natural del suelo, para que este tenga la capacidad de proveer los nutrientes necesarios al crecimiento y producción de los cafetos.

2.1.12 Índices de crecimiento y desarrollo en almácigos de *C. arabica* L.

De acuerdo a Garriz y Vicuña, (1986), las plántulas de café presentan diferentes índices de crecimiento de acuerdo a la edad de la misma, presentando estos los valores que se presentan en el cuadro tres a continuación.

Cuadro 3. Índices de crecimiento en altura, diámetro del tallo y número de nudos en el eje ortotrópico de árboles de *Coffea arabica* L.

Edad (años)	Altura (m)	Incremento de altura (m / año)	Diámetro basal del tallo (DBT) (cm)	Incremento del DBT (cm/año)	Número de nudos en eje ortotrópico (NNEO)	Incremento del NNEO(NN/año)
1	0,40	0,41	0,81	0,81	5,36	5,36
2	0,71	0,31	1,82	1,01	13,80	8,44
4	1,20	0,24	4,05	1,12	29,25	7,72
6	1,64	0,22	4,86	0,41	43,20	6,97

Fuente: Garriz y Vicuña, (1986).

De acuerdo al cuadro anterior, para la fase de almácigo corresponderían los índices para una edad de un año y según ANACAFE (1998), la medición del vigor se realiza en base al follaje, como se aprecia en el cuadro siguiente.

Cuadro 4. Escala de medición visual del vigor de una planta de *Coffea arabica* L.

Escala	Descripción visual
0	Planta Muerta
1	Con deficiencias nutricionales, muy defoliada.
2	Con deficiencias nutricionales, poco defoliada.
3	Pocas deficiencias nutricionales.
4	Planta con follaje verde con algunas manchas o perforaciones.
5	Planta con follaje sano, denso y vigorosa.

Fuente: ANACAFE, (1998).

La determinación del vigor de las plantas en el cuadro anterior se centra en las condiciones de sanidad de las hojas de las plantas, considerando la presencia de deficiencias desde clorosis, amarillamientos, hasta la defoliación de la planta.

2.1.13 Condiciones aceptables de un almácigo de *Coffea arabica* L.

Según ANACAFE (1998), la planta de café debe reunir ciertas características deseables que son de importancia básica para su traslado a campo definitivo, las cuales se detallan a continuación:

- Tallo recto, grueso, fuerte y sano.
- Plantas de tres a cuatro cruces.
- Un número abundante de hojas.
- Buen vigor vegetativo.
- Sistema radicular abundante y bien distribuido.
- Estado sano, buen color, libre de daños, en parte aérea como en raíz.

2.2 Marco referencial

2.2.1 Variedades de café consideradas en el estudio

2.2.1.1 *Coffea arabica* c.v. Caturra

Según ANACAFE (1998), fue introducida en la década de los cuarenta a Guatemala. Esta variedad fue descubierta en el estado de Minas Gerais, Brasil. Es una mutación de bourbon, es un cafeto de porte bajo, su eje

principal es grueso, poco ramificado, con ramas secundarias abundantes y entrenudos cortos. Sus hojas son anchas y grandes, de textura un poco áspera, con bordes ondulados y brotes de color verde. El verde de sus hojas es más oscuro que las de la variedad bourbon, también son más grandes y gruesas. Su silueta es ligeramente angular y el aspecto del cafeto es compacto y de buen vigor como se observa en la figura uno. Esta variedad es de alta producción, pero necesita un buen manejo y fertilización.



**Figura 1. Planta de *Coffea arabica* c.v. Caturra.
Fuente: CENICAFE, (1989).**

Según Julca, (2001) esta variedad puede alcanzar alturas entre ocho a 14 centímetros de altura en la fase de almácigos.

2.2.1.2 *Coffea arabica* c.v. Catuaí

Esta variedad se originó en el Instituto Agronómico de Campinas en Sao Paulo, Brasil en 1949, es el producto del cruzamiento intervarietal de Mondonovo y Caturra (ANACAFE, 1998).

Es un cafeto de porte bajo y de silueta cilíndrica con un tallo principal grueso con ramas laterales abundantes las cuales son prolíficas en ramas secundarias lo que le da una gran capacidad productiva, las hojas nuevas son de color verde claro, la copa aunque más angosta en la base, no acusa una punta sino un cono comprimido lo cual se aprecia en la figura dos. El fruto no se desprende fácilmente de la rama y el rendimiento del grano es bueno así como la calidad (CENICAFE, 1989).



**Figura 2. Planta de *Coffea arabica* c.v. Catuaí.
Fuente: CENICAFE, (1989).**

En lo relacionado a altura de planta en almácigos, la variedad Catuaí presentó un promedio de 42 centímetros, bajo condiciones de la finca San Juan Luarca, en el municipio del Tumbador del departamento de San Marcos. (Campos, s.f.).

2.2.1.3 *Coffea arabica* c.v. Catimor

Según ANACAFE (1998) el termino de Catimor hace referencia a una gran cantidad de líneas y poblaciones de cafetos, todas descendientes

del cruce realizado en el CIFC Portugal en 1959, entre el híbrido de Timor (resistente a la roya) y Caturra. Dentro de los Catimor de la línea 86 destaca la línea T-8667, de la cual se han realizado otras selecciones en la región. Las descendencias del T-8667 son de porte bajo uniforme con hojas nuevas de color café o bronce, el fruto y grano de tamaño grande.



**Figura 3. Planta de *Coffea arabica* c.v. Catimor.
Fuente: CENICAFE, (1989).**

2.2.2 Fuentes nutricionales utilizadas en el estudio

2.2.2.1 Abono orgánico vermicomposta (lombricompost)

Según Campos (2008), este abono orgánico es la excreta de la lombriz coqueta roja *Eisenia foetida* cuya alimentación se basa en residuos biodegradables precompostados, lo define como un biofertilizante de gran estabilidad estructural, que contribuye a mantener y mejorar la estructura y estabilidad de los suelos.

Es un material exquisito como sustrato para el vivero y para la producción de lombricompost se cultiva la lombriz, según lo cita Pohlen (2001).

2.2.2.2 Abono orgánico tipo Bocashi

El Bocashi no es solamente un abono orgánico, sino funciona como enriquecedor de la microflora del suelo para favorecer los antagonistas naturales contra nematodos, patógenos del suelo e insectos dañinos (Pohlan, J., 2001).

Para la producción de abono fermentado tipo Bocashi, se requiere hacer una mezcla de cascarilla de arroz o café, tierra común, gallinaza o cualquier estiércol, carbón molido, mogolla o afrecho, ceniza de leña o cal dolomítica, melaza o panela y de levadura, el resultado de la mezcla al finalizar su fermentación es un abono seco que tiene un color gris claro y su consistencia es arenosa y suelta (GTZ, 2001).

2.2.2.3 Fertilizante triple 15 (15-15-15)

Según Fertico (en línea), se describe que el triple 15 es un fertilizante químico que contiene los tres macro nutrientes primarios (nitrógeno, fósforo y potasio) y su composición es exacta en cada gránulo, ya que se trata de un fertilizante formulado químicamente y no de una mezcla física. Es de uso muy extendido por su homogeneidad de concentración de nutrientes en cada granulo y por su liberación en el suelo que es lenta y controlada reduciendo significativamente las pérdidas por lixiviación, hidrólisis y evaporación de amoníaco cuando se aplica en climas tropicales de alta precipitación pluvial.

Es un fertilizante de propósito general, indicado para una amplia gama de cultivos particularmente para algodón, sorgo, arroz, hortalizas, café, frutales y papa. Además, puede usarse en combinación con otros fertilizantes y proveedores de micronutrientes,

sus características principales se detallan en el cuadro cinco a continuación.

Cuadro 5. Características físicas y químicas del fertilizante triple 15.

Concentración de nitrógeno total(N)	15% en peso
Concentración de fósforo (P ₂ O ₅)	15% en peso
Concentración de potasio (K ₂ O)	15% en peso
Apariencia sólido	granular color rosa pálido
Tamaño de partícula	0.85 a 4.75 mm.
Densidad aparente a granel	923 Kg./m ³
Humedad relativa crítica a 30°C	71.50%
Acidez equivalente a carbonato de calcio	Neutro
Solubilidad en agua a 20°C	34.7g. /100ml. de agua.
pH en solución al 10%	6.8 - 7.2

Fuente: Fertico, (en línea)

2.2.3 Descripción del lugar de realización de la investigación

La finca California pertenece geográficamente a la jurisdicción municipal de la ciudad de San Antonio Suchitepéquez, Suchitepéquez (figura 11 en la sección de anexos). Sus colindancias son: al norte con finca La Abundancia; al sur con finca El Tesoro y aldea Nahualate 1, río Nahualate de por medio; al este con finca El Tesoro, río El Chilar de por medio; al oeste con finca La Trinidad, río Nahualate de por medio (ver figura cuatro), lo que fue de suma importancia para el desarrollo de la investigación ya que se contó con todas las condiciones necesarias (agua, sombra, suelos, etc.) para la realización del experimento y además de ser un lugar accesible.

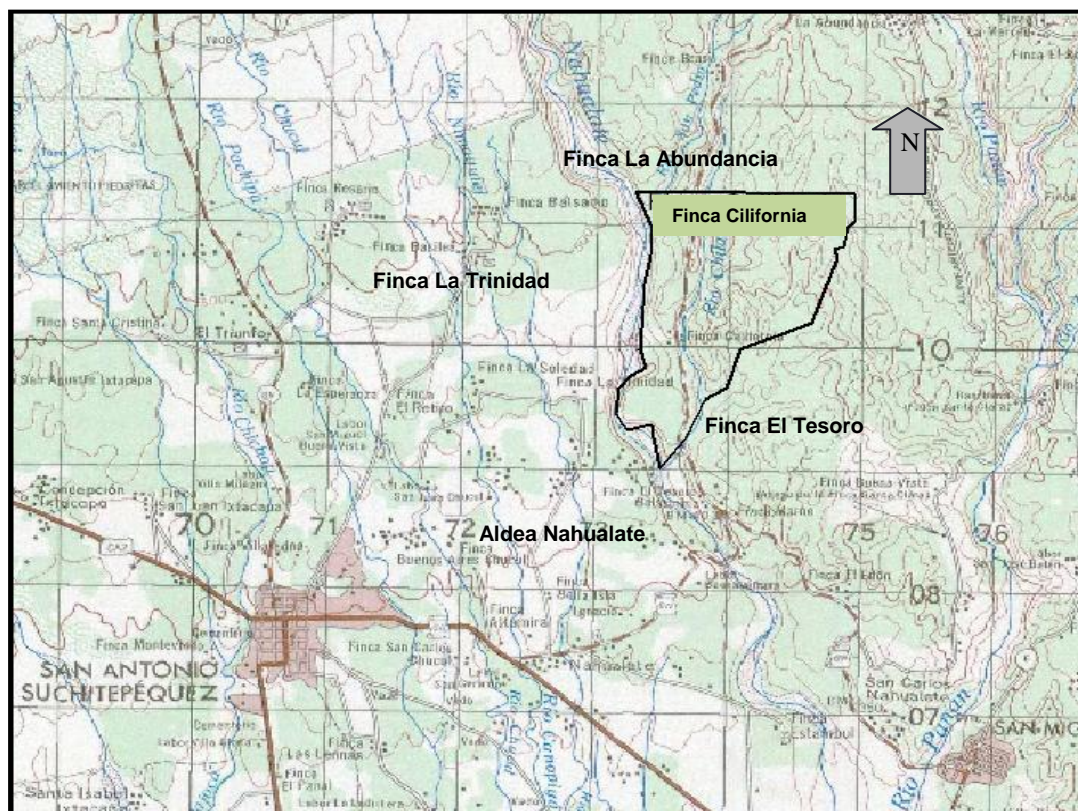


Figura 4. Ubicación geográfica de finca California, San Antonio Suchitepéquez.

Fuente: ArcGIS 9.3, (Hojas cartograficas IGN, 2001).

Como se aprecia en la figura cuatro anterior, la principal vía de acceso desde la ciudad de San Antonio Suchitepéquez, hacia la finca California, hace un total de 6 kilómetros. La altura en que se ubica el casco de la finca California es de 457.2 metros de altura sobre el nivel del mar.

El punto de referencia localizado en el casco de la finca, según lectura de imagen satelital proporcionada por Google, indica una latitud de $14^{\circ} 33' 38.08''$ Norte y una longitud de $91^{\circ} 23' 20.24''$ Oeste.

2.2.3.1 Zona de vida y clima de finca California

La zona de vida que abarca el lugar donde se realizó la investigación es Bosque muy húmedo subtropical (calido) o Bmh-S(c), con una temperatura promedio de 25.92° centígrados y la precipitación pluvial con una media de 4,395.6 m.m. y el rango oscila entre los 4000 a 4500 mm anuales. La humedad relativa fue de 49.35%, lo que según SIG-MAGA, (2004) son los valores promedio imperantes en la zona y una velocidad del viento promedio de 4.79 kilómetros/hora, condiciones que según ANACAFE, (1998) predominan en las fincas cafetaleras de la zona.

2.2.3.2 Tipo de suelo de finca California.

Se clasifican dentro de la serie Cutzán (Cz), Según Simmons, C. S; et. al. (1959), son suelos del declive del pacífico, del sub-grupo C, suelos poco profundos, desarrollados sobre material volcánico mezclado. Se usan principalmente para la producción de café y pastos, ya que una erosión leve, podría causar serios daños y por la inclinación no se adaptan al cultivo mecanizado. Estos suelos se clasifican en la clase III, de acuerdo a la capacidad de uso de la tierra (SIG-MAGA, 2004).

2.2.4 Estudios realizados

2.2.4.1 Uso de abonos orgánicos y sombra para almácigos de café orgánico

Según Castellón (1999), para establecer cafetales promisorios es importante producir plántulas de almácigo sanas y vigorosas. Entre los factores más importantes para el desarrollo de plántulas de café en almácigos se destacan la altitud, la temperatura, el fotoperíodo, la radiación solar, la nutrición, la incidencia de plagas y la sombra.

Castellón (1999), evaluó el efecto de nueve abonos orgánicos en un almácigo orgánico de *Coffea arabica* L. en función de la sombra (0 y 50%) y la altitud (600 y 1325 msnm). Las plántulas a 600 msnm

presentaron los mayores valores de altura y materia seca, pero también de incidencia de *Cercospora coffeicola* y defoliación. En ambas altitudes, las plántulas crecieron más bajo sombra y los mejores tratamientos fueron lombricompost, pulpa de café, Bocashi y el tratamiento fertilización (convencional). El uso de sombra y pulpa de café (procesada con o sin lombrices) en la relación 1:3 (substrato:suelo) permitió el crecimiento de plántulas de café sanas y vigorosas, las que fueron similares a las obtenidas con fertilización convencional.

2.2.4.2 Producción de almácigo de café con abonos orgánicos

Según Romero (1999), la demanda de productos orgánicos ha creado nuevas oportunidades de exportación para los países en desarrollo. Uno de los aspectos claves en este tipo de manejo es la sustitución de fertilizantes químicos por abonos orgánicos, para reducir la dependencia de insumos externos de altos costos económicos y ambientales.

Romero (1999), evaluó el efecto de abono tipo Bocashi y follaje verde de *Erythryna poeppigiana* (poró) sobre la altura, el vigor y la producción de materia seca de plántulas de *Coffea arabica* c.v. Caturra, bajo 50% de sombra y a plena exposición solar.

Las variables evaluadas que fueron: altura de planta, producción de materia seca y vigor de las plantas, el cual se evaluó mediante un índice basado en una escala de 1-5, donde 1 corresponde a plantas de poco desarrollo y 5 corresponde a plantas sanas, vigorosas, de buen desarrollo, sin defoliación y sin síntomas visibles de deficiencia. Los índices 2, 3 y 4 fueron estados intermedios entre esos dos.

Como resultado de su investigación, Romero (1999), determinó que el crecimiento y desarrollo de las plantas fue mejor bajo sombra que a plena exposición. Bajo el 50% de sombra, no hubo diferencias

significativas entre el uso exclusivo de Bocashi (proporciones abono/suelo: 1:3 ó 1:1) y el manejo convencional (fertilización química y/o agroquímicos) para ninguna de las variables y el menor crecimiento de plantas se presentó en los tratamientos con biomasa fresca de poró.

2.2.4.3 Substratos orgánicos en *Coffea arabica* L. c.v. Caturra amarillo en almácigos

Según Julca (2001), una buena plantación de café se mantiene en el campo aproximadamente 10 años; pero este tiempo es consecuencia de un adecuado manejo del cultivo que debe empezar con el establecimiento del almácigo. Esta etapa es importante por cuanto asegura que en el campo definitivo se instalen plantas de buena arquitectura, vigorosas y libres de plagas y enfermedades (Rodríguez, 1990; Crespo, 1996; Castellón et al., 2000; citados por Julca, 2001). Julca (2001), evaluó el efecto de la utilización de distintos substratos orgánicos sobre el crecimiento del café *Coffea arabica* L. c.v. Caturra amarillo en almácigos.

En su investigación usó el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, cada unidad experimental tuvo 28 plantas (cuatro columnas de siete plantas cada una), los datos se tomaron de las 10 plantas centrales de cada unidad experimental y se midieron los siguientes parámetros: altura de planta, diámetro del tallo, índice de vigor, peso fresco y peso seco, cuyas determinaciones se realizaron 150 días después del trasplante (Julca, 2001).

Los mejores substratos, para la mayoría de los parámetros evaluados (altura, diámetro, peso fresco y peso seco de planta), fueron los tratamientos T2 (40% gallinaza y 60% tierra de bosque primario), T8 (40% materia orgánica de bosque primario + 60% tierra de bosque primario), T9 (60% materia orgánica de bosque primario + 40% tierra de

bosque primario) y T10 (100% tierra de bosque primario), pero el índice de vigor fue significativamente mayor con el T10.

2.2.4.4 Fertilización orgánica de almácigos de café con lombricompost y pulpa de café

La investigación de Campos (2008), evaluó el uso de los abonos orgánicos: pulpa de café y lombricompost para la fertilización del cafeto en almácigo, se planteó como objetivo encontrar nuevas opciones de fertilización comparadas con fertilizante químico para atenuar el impacto del elevado costo de este producto y se realizó en la finca Buena Vista, San Sebastián, Retalhuleu, usando plantas de *Coffea arabica* L. c.v. Catuaí.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación, Campos (2008), concluye que el uso de pulpa de café y lombricompost, contribuyen positivamente al desarrollo vegetativo de las plantas de almácigo y recomienda el uso de la relación 40% de suelo y 60% de lombricompost (2 suelo: 3 lombricompost), pero si en caso de tener el lombricompost limitado, puede utilizarse la proporción mínima evaluada de 20% (4 suelo : 1 de lombricompost), que presenta igualmente buenos resultados en el desarrollo del almácigo.

En síntesis, según los cuatro estudios realizados, el desarrollo de plantas de café en la fase de almácigo se ve favorecido bajo condiciones de sombra, caso contrario, que bajo sol directo, se obtienen plantas menos vigorosas y aptas para traslado a campo definitivo.

Por otro lado, en relación a las fuentes nutricionales, en estudios realizados por Julca (2001) y Campos (2008), los abonos orgánicos presentaron mejores resultados en relación a fertilizaciones químicas convencionales.

III. Objetivos

3.1 Objetivo General

Evaluar tres fuentes nutricionales y su efecto en el crecimiento en fase de almácigo de tres variedades de café en finca California, San Antonio, Suchitepéquez.

3.2 Objetivos Específicos

- 3.2.1 Determinar la variedad, fuente nutricional e interacción de ambos factores que presentó mejor desarrollo para las variables altura, diámetro, número de hojas y vigor de planta en fase de almácigo.
- 3.2.2 Realizar un análisis económico a cada uno de los tratamientos evaluados bajo las condiciones de finca California.

IV. Hipótesis

- Ha1. Al menos una de las fuentes nutricionales presentará mejor desarrollo sobre altura, diámetro, número de hojas y vigor de plantas en fase de almácigo.

- Ha2. Al menos una de las variedades de café presentará mejor desarrollo sobre altura, diámetro, número de hojas y vigor de plantas en fase de almácigo.

- Ha3. Al menos una interacción entre la variedad de café y fuente nutricional, presentará mejor desarrollo sobre altura, diámetro, número de hojas y vigor de plantas en fase de almácigo.

V. Materiales y métodos

5.1 Materiales y equipo

5.1.1 Materiales

- 0.45 Kg. de semilla de café Caturra; para elaboración de semillero.
- 0.45 Kg. de semilla de café Catuaí; para elaboración de semillero.
- 0.45 Kg. de semilla de café Catimor; para elaboración de semillero.
- 10 Kg. de fertilizante 15-15-15; para la aplicación de tratamientos.
- 68.18 Kg. de Bocashi; para la aplicación de tratamientos.
- 68.18 Kg. de lombricompost; para la aplicación de tratamientos.
- 1300 bolsas de polietileno de 4 x 10 x 4; para realización del almácigo.
- 2 metros cúbicos de suelo; utilizados para llenado de bolsas de almácigo.
- 60 metros de bambú amarillo; para la realización del tapexco.
- 80 hojas de manaco; para cubrir semillero y realización de tapexco.
- 1.5 litros de Oxanilo (Vydate 25 L); para control de plagas.

5.1.2 Equipo y herramienta

- Palas para la realización de semillero y mezcla de sustratos.
- Piochas para la realización de semillero y mezcla de sustratos.
- Carreta de mano para mezcla de sustratos.
- Una copa Bayer: para realizar las dosificaciones de los agroquímicos.
- Una bomba de mochila: utilizada para las aplicaciones de los agroquímicos.
- Guantes de hule, para protección personal contra agroquímicos.
- Botas de hule: para protección personal contra agroquímicos.
- Lentes: para protección personal contra agroquímicos.
- Mascarilla: para protección personal contra agroquímicos.
- Machete: utilizado para realizar limpiezas manuales.
- Cinta métrica: para el trazado del experimento.
- Balanza: utilizada para pesado del fertilizante.

- Azadón: utilizado para realizar limpias manuales y preparación de semillero.
- Libreta de campo y lápiz: para toma de datos en campo.
- Computadora: soporte técnico para la tabulación y análisis de resultados.

5.1.3 Recurso humano

- Estudiante de EPSAT.
- Jornales.
- Un Ingeniero asesor del experimento.

5.1.4 Variedades de *Coffea arabica* evaluadas

Las variedades que se usaron en la evaluación que se planteó realizar como investigación inferencial del programa EPSAT 2010, se seleccionaron ya que según ANACAFE (1998), las variedades de café con buena adaptación a un amplio rango de condiciones ambientales son las variedades *Coffea arabica* c.v. Caturra y *Coffea arabica* c.v. Catuaí y por el interés de los beneficiarios de la comunidad de finca California se incluyó la variedad *Coffea arabica* c.v. Catimor.

5.1.5 Fuentes nutricionales evaluadas

Los abonos orgánicos que se usaron en la evaluación fueron: Bocashi y lombricompost, que en base a resultados en investigaciones, han sido los mejores tratamientos (Castellón, 1999) y en proporción abono/suelo de 1:3 como indica tanto Castellón (1999), como Romero (1999). El abono orgánico de tipo Bocashi, fue elaborado por los beneficiarios de la comunidad de finca California y el abono tipo lombricompost, se compró en la ECA Chocola, San Pablo Jocopilas, Suchitepéquez. En cuanto al fertilizante inorgánico convencional que se utilizó, fue el fertilizante 15-15-15 (15% nitrógeno – 15% fósforo – 15% potasio), debido a que fue el

recomendado por el técnico de ANACAFE a los beneficiarios de la comunidad de finca California, para fertilizar el almacigo de café.

5.2 Metodología

5.2.1 Manejo Agronómico

El manejo consistió básicamente en establecer y producir plantas de café injertado en el almacigo de finca California, con los tratamientos experimentales, detallando las actividades específicas a continuación.

5.2.1.1 Semilleros.

Se realizó un tablón en el suelo de un metro de ancho por ocho metros de largo y 20 cm de alto, como se muestra en la figura cinco a continuación.



Figura 5. Establecimiento de tablón semillero de *C. arabica*.

Fuente: Elaborado por El Autor, (2011).

Esta actividad de semillero requirió la ejecución de los trabajos siguientes:

- Limpia del terreno.
- Trazo del semillero.

- Barbechado del suelo.
- Cernido del suelo con saranda de $\frac{1}{4}$ ".
- Colocación de orilleros de bambú.
- Nivelación del suelo del semillero.
- Desinfección suelo con agua caliente.
- Siembra de las semillas de café en franjas.
- Rotulación de fecha de siembra y variedad.
- Colocación de cobertura vegetal seca.

5.2.1.2 Llenado y colocación de bolsas

En esta actividad se realizó la aplicación de las fuentes nutricionales orgánicas Bocashi y lombricompost al suelo, al momento de preparar el sustrato suelo para el llenado de las bolsas de polietileno perforadas (bolsas de 4" x 10" x 4 milésimas), como se observa en la figura seis siguiente.



Figura 6. Proceso de llenado de bolsas de almácigo de *C. arabica*.

Fuente: Elaborado por El Autor, (2011).

Para hacer la aplicación de las fuentes nutricionales orgánicas, se realizó el procedimiento de llenado de bolsas y colocación de la siguiente manera.

Preparación del sustrato suelo + Bocashi

- Aplicación de Bocashi al suelo en proporción 1:3.

- Llenado de 420 bolsas con la mezcla de suelo-Bocashi.
- Colocado de las 420 bolsas con suelo-Bocashi, formando un tablón de 42 filas de bolsas con 10 bolsas por fila.

Preparación del sustrato suelo + lombricompost

- Aplicación de lombricompost al suelo en proporción 1:3.
- Llenado de 420 bolsas con la mezcla de suelo-lombricompost.
- Colocado de las 420 bolsas con suelo-lombricompost, formando un tablón de 42 filas de bolsas con 10 bolsas por fila.

Preparación del sustrato suelo sin complemento (para fertilización convencional)

- Llenado de 420 bolsas con suelo.
- Colocado de las 420 bolsas con suelo, formando un tablón de 42 filas de bolsas con 10 bolsas por fila.

Finalmente se formaron tres tablonces, haciendo un total de 1,260 bolsas que se necesitaron para el experimento.

5.2.1.3 Manejo de sombra

Se construyó un tapesco que cubrió el área experimental, usando bambú amarillo para la estructura y hojas de manaco como techo. Las hojas de manaco se colocaron sin tener traslape y orientadas de este a oeste, con el objeto de proporcionar el 50% de sombra al almácigo de café. Los trabajos realizados son los siguientes:

- Corte de varas de bambú amarillo y hojas de manaco.
- Acarreo de bambú y hojas de manaco.
- Limpia del área experimental.
- Levantado de la estructura del tapesco.
- Colocación de hojas de manaco.

5.2.1.4 Injertación y trasplante.

Cuando las variedades de café (Caturra, Catuaí y Catimor) en el semillero se encontraban en estado de soldadito aproximadamente a los 60 días después de la siembra, se realizó la injertación de las plantas de café y su trasplante a bolsa como se observa en la figura siete.

En este momento se inició la interacción de los factores variedad de café y fuente nutricional, por lo que se tuvo un proceso especial para formar los tratamientos evaluados.

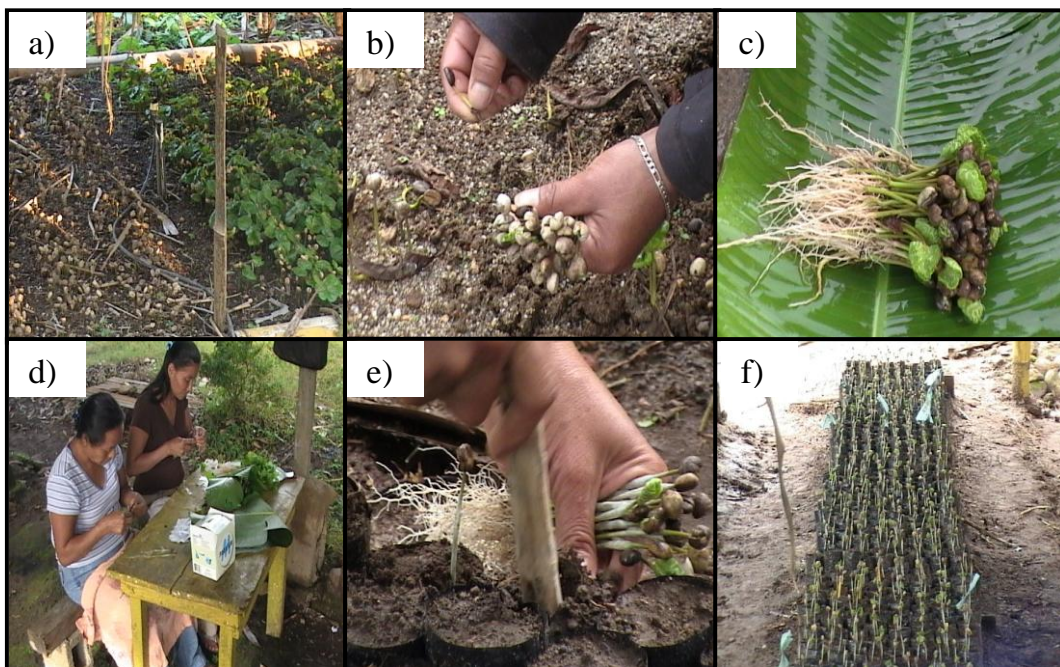


Figura 7. Proceso de injertación y trasplante de *C. arabica* a bolsa: a) Semilleros, b) y c) Selección de plantas para injertar, d) Injertación, e) Siembra de injerto en bolsa y f) Ordenamiento de Almácigo.

Fuente: Elaborado por El Autor, (2011).

El proceso de la injertación y trasplante, se desarrollo de la siguiente forma:

- Del semillero se arrancó plantas de café robusta que fueron lavadas con agua y seleccionadas por tener raíces sanas y bien desarrolladas, la cantidad de 420 plantas para un tablón de bolsas.
- En el semillero también se arrancó 140 plantas de café de la variedad Caturra, 140 plantas de café de la variedad Catuaí y 140 plantas de la variedad Catimor, que fueron lavadas y seleccionadas por tener sano y desarrollado el tallo.
- Se hizo el injerto Reina usando la variedad robusta como patrón y las variedades Caturra, Catuaí y Catimor como parte aérea, haciendo los cortes con navaja y el vendaje con cinta parafilm.
- Inmediatamente después de la injertación se realizó el trasplante de los injertos de café a bolsa, identificando los que corresponden a cada variedad en el tablón.
- Se repitió los mismos pasos en los otros tablonos de bolsas.

5.2.1.5 Aplicación de fertilización convencional

El fertilizante usado fue el 15-15-15 conocido también como triple 15 (nitrógeno-fosforo-potasio), haciendo aplicaciones a cada mes, iniciando a los 15 días después del trasplante a bolsa. Para su aplicación se disolvió en agua, en una dosis equivalente a 3 kilos de fertilizante por 200 litros de agua (540 Kg./ha), luego se aplicó 100 cm³ de la solución a cada pilón o planta de café que se le asignó esta fuente nutricional.

5.2.1.6 Labores culturales de manejo del almácigo.

Los trabajos de mantenimiento del almácigo de café que se realizaron se detallan a continuación.

- Alineado de los pilones de café en hileras simples.

- Limpias manuales que consistió en eliminar las malezas en el área experimental.
- Control de plagas con una aplicación del insecticida acaricida nematocida Oxanilo (Vydate 25 L), en una dosis de 2.7 l./ha. asperjado al follaje, se realizó a los 6 meses de edad de las plantas de café en almácigo.
- Riego durante el trasplante y en la época seca.
- Drenajes de agua durante la época de lluvias.

5.2.1.7 Lectura de las variables altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas por planta y vigor de planta, en campo.

La medición de las variables respuesta se realizó a los 210 días (7 meses) del trasplante de las plantas de café a bolsa y se usó la boleta para el registro de las mediciones de variables del cuadro 18 en la sección de anexos.

La medición de cada variable respuesta se realizó al total de plantas dentro de la unidad experimental como se muestra en la figura ocho, y luego se hizo un promedio para tomarlo como dato de lectura de la variable correspondiente a la unidad experimental.



Figura 8. Proceso de toma de datos en campo.

Fuente: Elaborado por El Autor, (2011).

5.2.2 Diseño experimental

Para llevar a cabo la investigación se utilizó un diseño experimental bifactorial, en arreglo combinatorio dispuesto en bloques completos al azar, donde el número de tratamientos se obtuvo de acuerdo a la combinación de los niveles de los factores a evaluar, por lo que el número de tratamiento fue de nueve.

En el cuadro seis a continuación se puede observar los diferentes niveles de cada factor evaluados en la investigación.

Cuadro 6. Combinación de las fuentes nutricionales y las variedades de *C. arabica*.

Factores		Fuente nutricional (B)		
Variedades (A)	Niveles	Bocashi (B1)	Lombricompost (B2)	Convencional (B3)
	Caturra (A1)	Caturra+Bocashi (T1)	Caturra+ lombricompost (T2)	Caturra+Convencional (T3)
	Catuaí (A2)	Catuaí+Bocashi (T4)	Catuaí+Lombricompost (T5)	Catuaí+Convencional (T6)
	Catimor (A3)	Catimor+Bocashi (T7)	Catimor+Lombricompost (T8)	Catimor+Convencional (T9)

Fuente: Elaborado por El Autor, (2011).

Como se aprecia en el cuadro seis anterior, tanto las variedades de café (factor A) como las fuentes nutricionales (factor B) se definieron con tres niveles cada una, por lo que el número de tratamientos fue de nueve.

Para facilitar la identificación de cada tratamiento, a cada uno de los tratamientos conformados por los factores A y B respectivamente, se les asignó un número del uno al nueve, precedido por la letra T, y se muestran en el cuadro siete de la siguiente forma.

Cuadro 7. Descripción de los tratamientos a evaluar en el estudio.

Tratamiento (T)	Descripción
1	caturra + Bocashi (1 Bocashi : 3 suelo)
2	caturra + lombricompost (1 lombricompost : 3 suelo)
3	caturra + fertilizante convencional
4	catuaí + Bocashi (1 Bocashi : 3 suelo)
5	catuaí + lombricompost (1 lombricompost : 3 suelo)
6	catuaí + fertilizante convencional
7	catimor + Bocashi (1 Bocashi : 3 suelo)
8	catimor + lombricompost (1 lombricompost : 3 suelo)
9	catimor + fertilizante convencional

Fuente: Elaborado por El Autor, (2011).

De acuerdo a la descripción de cada uno de los nueve tratamientos determinados por los dos factores, se puede observar en el cuadro anterior, que para cada nivel del factor A (variedades de café) existen tres combinaciones con los niveles del factor B (fuentes nutricionales).

El número de bloques (repeticiones) se determinó tomando en cuenta que los grados de libertad del error deben ser mayores o iguales a doce (12), que de acuerdo al diseño experimental se calculó con la formula siguiente (Kuehl, R. 2001): Grados de libertad del error (GLe) = $(r - 1)(ab - 1)$

$$GLe = (4-1)(9-1)$$

$$GLe = 24$$

Donde:

GLe= Grados de libertad del error

a = Niveles del factor A (variedades de café)

b = Niveles del factor B (fuentes nutricionales)

r = Número de bloques (repeticiones)

De acuerdo a lo anterior, el número de bloques utilizado en el experimento fue de cuatro, con lo cual se obtuvo 24 grados de libertad en el error experimental.

5.2.3 Unidad experimental y aleatorización

El número de unidades experimentales (U.E.) se determinó tomando en cuenta el número de tratamiento, así como el número de repeticiones, de la siguiente forma:

No. de U.E. = número de tratamientos x número de repeticiones

No. de U.E. = 9 x 4 = 36 unidades experimentales

En la figura nueve se pueden observar las dimensiones que se le dió a la unidad experimental, las cuales se definieron tomando en cuenta el distanciamiento en que se colocaron los pilones de café en el almácigo, que fue de 0.1 m x 0.40 m, esto quiere decir que se colocaron las plantas de café en pilón de 10 cm de diámetro, continuos en hilera simple dejando una calle de 0.4 metros entre hilera, colocando la primera hilera a 0.2 metros de la orilla.

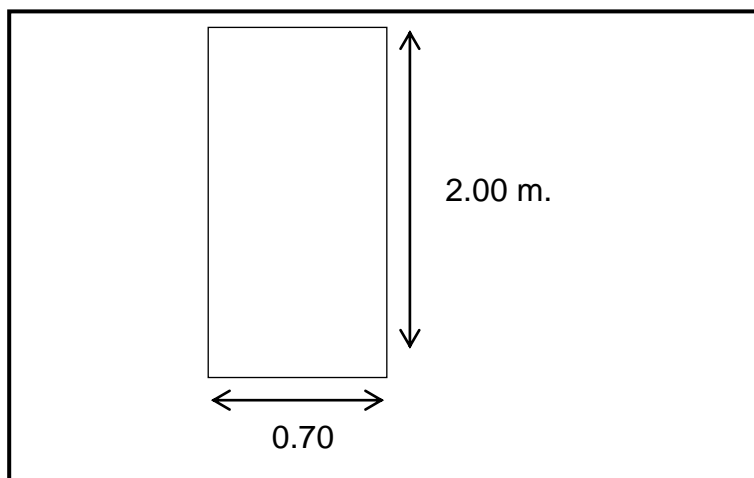


Figura 9. Dimensiones de la unidad experimental.

Fuente: Elaborado por El Autor, (2011).

Como se observa en la figura nueve, cada unidad experimental tuvo un área de 1.40 metros cuadrados (0.70m. x 2.00 m.), cada una de las unidades experimentales consistió de cinco hileras simples de siete pilones de café, haciendo un total de 35 pilones de café con un tratamiento específico, los cuales fueron tomados en cuenta para la toma de datos de la unidad experimental. En la figura 10 se puede observar la distribución de los tratamientos asignados a las unidades experimentales dentro de cada bloque, así como las dimensiones de los mismos y de todo el experimento.

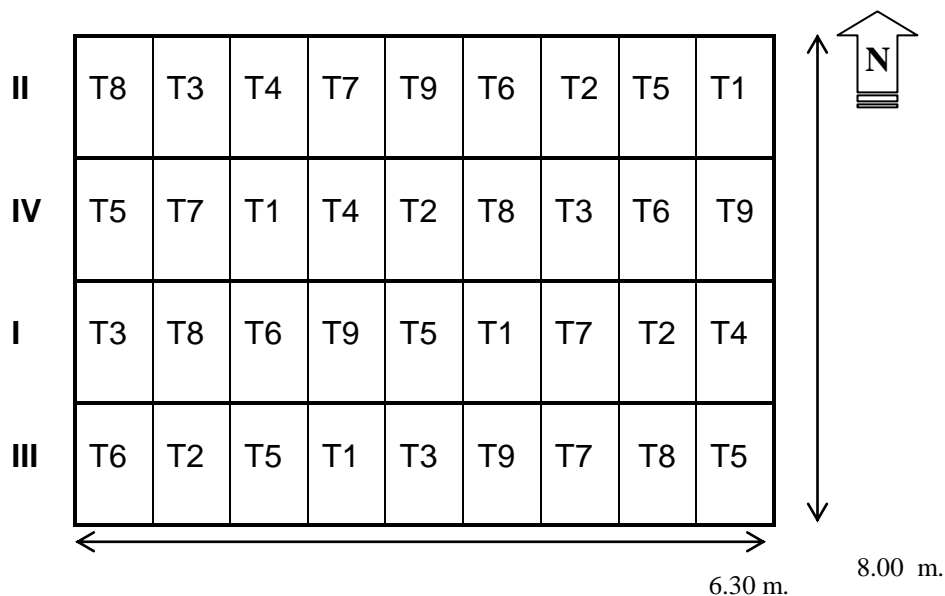


Figura 10. Aleatorización de tratamientos y distribución de bloques en el campo.

Fuente: Elaborado por El Autor, (2011).

Como se observa en la figura 10, el experimento estuvo conformado por cuatro bloques, cada uno con una dimensión de dos metros de ancho y 6.30 metros de largo, por lo que el área total del experimento fue de 50.40 metros cuadrados.

5.2.4 Variables respuesta

Primeramente, para definir las variables de este estudio, se buscó aquellas que reflejaran el concepto de “mayor desarrollo” pero no se encontraron, solamente algunos términos como índices de crecimiento según Garriz y Vicuña, (1986) y ANACAFE (1998) bajo los términos de “condiciones aceptables de un almácigo” de los cuales se puede decir que no definen qué es desarrollo sino que asumen, a nivel de campo, que en la fase de almácigo, las plantas deberían de tener ciertas características como: altura y diámetro de planta y número de hojas en general. Asimismo, para el vigor de planta sí se encontró una escala referida por ANACAFE (1998), la que considera el estado de planta muerta, planta con deficiencias nutricionales y planta con follaje sano y verde, con valores de uno a cinco, por lo que se tomó esta como valedera para el estudio.

Por mejor desarrollo se consideró para esta investigación: diámetro y altura de planta (Garriz y Vicuña, 1986 y ANACAFE, 1998)), número de hojas (Meier, 2001) y vigor de planta (ANACAFE, 1998).

Las variables respuesta evaluadas fueron: altura de planta, que se midió desde el cuello entre la raíz y el tallo hasta el ápice de la planta; diámetro del tallo, que se tomó a dos centímetros de la base del tallo; número de hojas por planta, contabilizando todas las hojas bien formadas; y vigor de planta, que se calificó asignándole a la planta un valor de apreciación de acuerdo a la escala que muestra el cuadro cuatro en la sección de revisión de literatura.

El valor de cada variable en una unidad experimental se obtuvo del promedio de la medición del total de plantas de café dentro de la misma. Para el caso de la variable número de hojas por planta y la variable vigor de planta, se transformó el valor de estas con la fórmula \sqrt{x} (raíz cuadrada de x) por ser variables discretas ya que provienen de conteo y escala respectivamente, facilitando de esta forma el análisis de las variables.

5.2.5 Análisis de variables experimentales

El análisis estadístico de las variables, se llevó a cabo por medio del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System o Sistema de análisis estadístico), para un diseño bifactorial en bloques completos al azar. Para lo cual, se tabularon los datos de las variables evaluadas, ordenados en base a tratamientos y repeticiones. El modelo estadístico de diseño es el siguiente (Kuehl, R. 2001).

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

En donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta observada o medida en la ijk -ésima unidad experimental.

μ = Media general alrededor de la cual oscilan los valores de todas las observaciones.

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor A.

β_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i -ésimo nivel del factor A y el j -ésimo nivel del factor B.

γ_k = Efecto del k -ésimo bloque

ε_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental, variación debida al azar ó variación de muestreo.

5.2.6 Comparación de medias

En caso de existir diferencia significativa entre los distintos tratamientos, de acuerdo al ANDEVA, para determinar el mejor tratamiento, se realizara una prueba de medias de Tukey, cuyo comparador se calcula de la forma siguiente (Reyes, P., 1,990):

$$w = q_{\alpha} (P, n_2) S_{\bar{X}}$$

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{(S^2/n)}$$

En donde:

w= Valor utilizado para probar la significancia de la diferencia observada entre medias de rendimiento.

$S_{\bar{X}}$ = Error estándar de la media.

S^2 = Varianza del error experimental (Cuadrado medio del error)

n= Número de repeticiones

q= Valor tabular, que es un valor de t.

α = nivel de significancia

P= Número de tratamientos

n_2 = Grados de libertad del error experimental.

5.3 Análisis económico

En este objetivo se consideraron como variable respuesta los costos variables por cada tratamiento en Quetzales y sus ingresos, en Quetzales por tratamiento, de la venta de las plantas de cada uno. Se consideró el ingreso total de los ingresos de ventas por pilón sano.

5.3.1 Análisis de la información

El análisis económico realizado al experimento fue el de presupuestos parciales. De acuerdo a Reyes (2001), para la determinación del tratamiento más rentable: Esta actividad se realiza comparando la tasa de retorno marginal (TRM) con la tasa mínima de retorno (TAMIR). En la serie de tratamientos no dominados, el más rentable es el último para el cual se cumple el siguiente criterio:

$$\text{TRM} = \text{TAMIR}$$

$$\text{TRM} = (\Delta \text{BN} / \Delta \text{C.V.}) * 100$$

Donde:

TAMIR = al 40% del riesgo en agricultura más 30% de costo de oportunidad de invertir en otro cultivo.

BN = Beneficio neto

C.V. = Costos que varían

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Para la presentación y discusión de resultados de los primeros tres objetivos de la investigación, en el cuadro ocho se presenta un resumen de los andevas realizados a cada una de las variables respuesta consideradas para estos objetivos, los datos fueron tomados a los 210 días después del trasplante, de acuerdo a la metodología, los resultados de las variables número de hojas y vigor de planta fueron transformados de acuerdo a la formula \sqrt{x} , en donde x fué igual al número de hojas y el vigor de planta respectivamente.

Cuadro 8. Cuadro resumen de análisis de varianza realizados a variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hoja y vigor de planta.

Fuente de Variación	Variables Respuesta (P>F)			
	Altura (cms.)	Diámetro (cms.)	No. hojas	Vigor (según escala)
Factor A (variedades)	0.245 N.S.	0.824 N.S.	0.009 **	0.506 N.S.
Factor B (fuentes nutricionales)	0.002 **	0.930 N.S.	0.021 **	0.002 **
Interacción	0.306 N.S.	0.040 **	0.039 **	0.640 N.S.

Fuente: El Autor, (2011). N.S. = no significativo, ** = altamente significativo

En el cuadro anterior se presentan los resultados de los análisis de varianza realizados para cada una de las variables consideradas en el estudio (altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y vigor de planta) los cuales se consideraron para la discusión de cada uno de los primeros tres objetivos de la investigación, presentados a continuación.

6.1 Determinación de la variedad, fuente nutricional e interacción de ambos factores que presentó mejor desarrollo para las variables altura, diámetro, número de hojas y vigor de planta en fase de almácigo.

6.1.1 Altura de planta

Con relación a la variable altura de planta, no existió diferencia significativa (N.S.) entre los niveles del factor A, por lo que se determinó que los tres genotipos de café (variedades Caturra, Catuaí y Catimor), producen la misma altura de planta.

Debido a que para el factor B existió diferencia altamente significativa (**), esto se determinó tomando en cuenta que la probabilidad ($P > F$) fue menor de 0.01. Al menos una de las fuentes nutricionales evaluadas produjo distinta altura en las plántulas de café, por lo que se realizaron las pruebas de medias respectivas, presentando los resultados a continuación.

Los resultados de la prueba de medias realizada a la variable altura de planta se presentan a continuación.

Cuadro 9. Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, de la variable altura de planta para el factor B (fuente nutricional).

Fuente nutricional	Altura (en cms.)	
	Media	Grupo
Bocashi	17.57	A
Lombricompost	17.25	A
Convencional	15.53	B

Fuente: El Autor, (2011).

De acuerdo al cuadro nueve, anterior, la prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, las medias de Bocashi y lombricompost formaron un solo grupo, con medias similares, produciendo las mayores alturas de plántulas de café, con valores 17.57 cm y 17.25 cm. respectivamente, siendo estas dos fuentes nutricionales las mejores con respecto a esta variable.

En el caso de la aplicación de fertilizante convencional, fue la que produjo las menores alturas de planta, con una media de 15.53 cm, lo anterior indica que sí se puede causar efecto en la altura del tallo al variar la fuente nutricional. Por lo que se acepta la hipótesis alternativa uno, en relación al efecto de las fuentes nutrimentales sobre la variable altura de planta, ya que las fertilizaciones orgánicas produjeron mejores resultados que la fertilización convencional.

Debido que adicionalmente las fertilizaciones orgánicas aportaron la inoculación de microorganismos fijadores de nutrientes al suelo, se considera que éstas son las que aportaron mayores cantidades de nitrógeno.

Para el caso de la variable altura de planta no existió diferencia significativa, lo que indicó que en forma combinada, las variedades de café y las fuentes nutricionales presentan el mismo efecto sobre la variable altura de planta.

6.1.2 Diámetro de tallo

Continuando con el análisis, en el andeva realizado a la variable diámetro de tallo, no existió diferencia significativa (N.S.) entre las variedades de café evaluadas, lo que indicó que las tres variedades evaluadas produjeron estadísticamente, el mismo diámetro de plántulas de café.

Con el mismo comportamiento en el diámetro de planta, las fuentes nutrimentales no presentaron significancia (N.S.) por lo que estas produjeron el mismo efecto en el diámetro de plántulas de café.

Lo anterior, debido a la baja tasa de crecimiento en el cambium vascular que da el grosor de tallo, ya que según Garriz y Vicuña (1986), la tasa de crecimiento del grosor del tallo de las plantulas de café para la fase de almácigo es de 0.81 cms. por año, por lo que las diferencias en esta etapa no son apreciables. Tal característica no se reflejó en la interacción, lo que se discutirá más adelante.

En el caso de la interacción entre los factores AxB evaluados, existió alta significancia en el diámetro de planta, es decir que alguna combinación de una variedad y una fuente nutricional específica, produjo efectos diferentes. Y para determinar el mejor tratamiento se llevó a cabo una prueba de medias de Tukey, como se observa en el cuadro 10 siguiente.

Cuadro 10. Prueba de medias del Tukey al 5% de significancia, entre la interacción AxB, de la variable diámetro de plantas.

Tratamiento	Factor A	Factor B	MEDIA	Grupo
1	Caturra	Bocashi	3.29	A
9	Catimor	Convencional	3.24	A
6	Catuaí	Convencional	3.22	A
5	Catuaí	Lombricompost	3.20	A
2	Caturra	Lombricompost	3.07	A
7	Catimor	Bocashi	3.06	A
8	Catimor	Lombricompost	3.04	A
3	Caturra	Convencional	3.01	A
4	Catuaí	Bocashi	2.93	B

Fuente: El Autor, (2011).

De acuerdo a la prueba de medias de Tukey del cuadro 10 anterior, todos los tratamientos, a excepción del tratamiento cuatro, fueron iguales estadísticamente y produjeron el mismo efecto en el diámetro de plántulas de café, siendo estos los mejores tratamientos, con diámetros entre 3.01 a 3.29 milímetros.

El tratamiento cuatro que corresponde a la combinación entre la variedad de café Catuaí y la aplicación de Bocashi, produjo los menores diámetros de plántula de café con un valor de aproximadamente 2.93 milímetros.

En síntesis, los tratamientos T1, T9, T6, T5, T2, T7, T8 y T3, fueron iguales estadísticamente, con diámetros entre 3.01 a 3.29 milímetros, es decir que produjeron el mismo diámetro de planta y fueron superiores al tratamiento T4. En la práctica, esta diferencia no se apreció visualmente, ya que como menciona ANACAFE (1998), es el crecimiento en altura el que más se marca en los primeros tres años de crecimiento del cafeto, no así el diámetro.

6.1.3 Número de hojas

La variable número de hojas por planta por ser de tipo discreta (pues provino de un conteo), las lectura registrada se transformó a variable continua por medio del cálculo de la raíz cuadrada de dicha lectura, utilizando el valor resultante para el análisis de varianza que se presenta en anexos.

De acuerdo a los análisis de varianza del cuadro ocho, para la variable número de hojas por plántula de café, existió diferencia altamente significativa (**) entre las distintas variedades de café evaluadas.

Fisiológicamente, la altura de una planta está relacionada a la cantidad y largo de entrenudos, los que a su vez son determinantes de la cantidad

de hojas de la planta. De acuerdo a la acción fotosintética de las hojas, la cantidad de hojas de una planta se reflejará en el vigor de la misma, por lo que el número de hojas debió de influenciar en la variable vigor de planta.

Para determinar cuál de las variedades presentó la mejor media, se realizó una prueba de medias de Tukey, presentando los resultados a continuación.

Cuadro 11. Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, de la variable número de hojas por planta, entre distintas variedades de *C. arabica* L. (factor A).

Fuente nutricional	Número de hojas por planta	
	Media	Grupo
Catuaí	13.07	A
Caturra	12.91	A
Catimor	11.65	B

Fuente: El Autor, (2011).

Mediante la prueba de medias de Tukey del cuadro once, se determinó que las variedades Caturra y Catuaí fueron los que presentaron las medias más altas, 13.07 y 12.91 respectivamente. Lo que responde a lo que menciona ANACAFE (1998) que estas dos variedades se caracterizan por presencia de hojas grandes y abundantes. Por lo que estadísticamente estas dos variedades presentaron similar número de hojas, expresándose con un menor número de hojas (11.65) la variedad Catimor.

Es decir, que desde la siembra hasta los 210 días el genotipo de éstas tres variedades no se diferenció, por lo que la variación en el número de hojas puede deberse al ambiente, ya que según ANACAFE (1998), la variedad Catimor se adapta mejor en condiciones de menor sombra.

De igual manera, para el factor de fuentes nutricionales el análisis presento diferencias altamente significativas (ver cuadro resumen número ocho), por lo que para determinar cuál de las fuentes nutrimentales fué la mejor, se realizó la prueba de medias de Tukey, presentando los resultados a continuación.

Cuadro 12. Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, de la variable número de hojas por planta para el factor B (fuente nutricional).

Fuente nutricional	Número de hojas por planta	
	Media	Grupo
Bocashi	12.54	A
Lombricompost	12.15	A
Convencional	11.62	B

Fuente: El Autor, (2011).

Según los resultados del cuadro anterior, los fertilizantes orgánicos (Bocashi y Lombricompost) estadísticamente son los mejores, ya que presentaron las medias más altas y se agruparon en el grupo A. Lo que significa que independiente que tipo de fertilizante orgánico se utilice, se obtendrán resultados similares y mejores que al utilizar una fertilización convencional.

Además, con un coeficiente de variación de 3.12%, existió diferencia altamente significativa entre la interacción, para la variable número de hojas, lo cual indicó que alguna fuente nutricional va a interactuar con una variedad de café. Debido a lo anterior, para determinar la mejor interacción (tratamiento), se llevo a cabo una prueba de medias de Tukey al 5%, como se observa en el cuadro 13 siguiente.

Cuadro 13. Prueba de medias del Tukey al 5% de significancia, de la interacción AxB, de la variable número de hojas por plántula.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Media	Media Transformada	Grupo
1	Caturra	Bocashi	13.07	3.61	A
4	Catuaí	Bocashi	12.91	3.59	A
5	Catuaí	Lombricompost	12.57	3.54	A
6	Catuaí	Convencional	12.4	3.52	B
2	Caturra	Lombricompost	11.88	3.44	B
9	Catimor	Convencional	11.68	3.41	B
8	Catimor	Lombricompost	11.64	3.41	B
7	Catimor	Bocashi	11.57	3.4	B
3	Caturra	Convencional	10.71	3.27	C

Fuente: El Autor, (2011).

De acuerdo a la prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, los mejores tratamientos son el T1, T4 y T5, que corresponden a la combinación de Caturra+Bocashi-suelo, Catuaí+Bocashi-suelo y Catuaí+Lombricompost-suelo, respectivamente, estos forman un grupo de tratamientos estadísticamente iguales en su efecto, con una media de 12.85 hojas por planta, mejor que el resto de tratamientos.

El tratamiento que produjo el menor número de hojas por planta fue el T3 (variedad Caturra y fertilizante convencional), siendo su efecto muy distinto a los demás tratamientos. Por lo que se concluye que la variedad Caturra con una fertilización convencional es la que da menor respuesta con respecto al número de hojas.

6.1.3 Vigor de planta

Para la variable vigor de planta, los resultados fueron transformados por medio del cálculo de la raíz cuadrada de dicha lectura, utilizando el valor resultante para el análisis de varianza que se presenta en anexos.

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro ocho, de acuerdo al análisis de varianza, para la variable vigor de planta de café, las variedades de café no influyen en el vigor de las plántulas ya que no existió diferencia significativa (N.S.) en este factor.

Continuando con la presentación de resultados, con un coeficiente de variación de 4.73% (dentro del rango aceptable), en el caso del factor B (fuente nutricional) sobre la variable vigor de planta, existió diferencia altamente significativa, lo cual indico que la aplicación de las distintas fuentes de nutrición producen un efecto diferente en el vigor de las plántulas de café.

Debido a lo anterior, para determinar la fuente de nutrición que produjo el mejor vigor en las plántulas, se realizó una prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, presentando los resultados en el cuadro 14 a continuación.

Cuadro 14. Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, de la variable vigor de planta, entre distintas fuentes nutricionales (factor B).

Fuente nutricional	Vigor	
	Media	Grupo
Bocashi	4.0529	A
Lombricompost	3.8644	A
Convencional	3.4793	B

Fuente: El Autor, (2011).

Como se observa en el cuadro anterior, las fuentes nutricionales que produjeron el mayor vigor en las plantas de café en almácigo, fueron el Bocashi y el Lombricompost, las cuales fueron iguales estadísticamente (formando un solo grupo). Mientras que la aplicación de fertilizante convencional produjo el menor vigor de las plántulas, siendo esta fuente nutricional diferente estadísticamente a las otras dos.

Para la interacción entre los factores de fuentes nutricionales y las variedades de café, no presentaron diferencias significativas (N.S.) como se observó en el cuadro ocho, por lo que se concluyó que para el caso del vigor de planta, todos los tratamientos evaluados presentan el mismo comportamiento.

En síntesis se concluye que el tratamiento T1 (Caturra+Bocashi-suelo), fue el que presentó mejores medias tanto en diámetro de tallo como para número de hojas (13.07 y 3.29 respectivamente), por lo que es la mejor combinación.

Con relación a la hipótesis uno, se acepta parcialmente ya que solamente para el caso de la variable número de hojas presentó diferencias significativas, siendo las variedades Catuaí y Caturra las mejores y con resultados similares. De igual manera se acepta parcialmente la hipótesis dos ya que en relación a las variedades, únicamente existió diferencia significativa para la variable número de hojas. Para el caso de las interacciones de igual manera se aceptan parcialmente las hipótesis ya que solamente en diámetro y número de hojas por planta existieron diferencias significativas.

6.2 Análisis económico para los tratamientos evaluados

Para la realización del análisis económico, se procedió por medio del cálculo de presupuestos parciales por tratamiento, presentando los resultados de costos que varían y beneficios netos en el cuadro 15 a continuación.

Cuadro 15. Costos que varían y beneficios netos por tratamiento.

Tratamiento	Semilla (Q.)	Fuente Nutricional (Q.)	Mano de obra (Q.)	Total C.V. (Q.)	Beneficio Bruto (Q.)	Beneficio neto (Q.)
1	12	27.28		39.28	87.5	48.22
2	12	25		37	78.75	41.75
3	12	22.25	21.23	55.48	70	14.52
4	12	27.28		39.28	87.5	48.22
5	12	25		37	78.75	41.75
6	12	22.25	21.23	55.48	70	14.52
7	20	27.28		47.28	87.5	40.22
8	20	25		45	87.5	42.5
9	20	22.25	21.23	63.48	70	6.52

Fuente: El Autor, (2011).

C.V. = costos que varían.

De acuerdo a los resultados del cuadro anterior, los tratamientos se ordenaron según presentaron los costos que varían de menor a mayor, y en base a la comparación del beneficio neto, se determinó la dominancia de cada uno de los tratamientos, presentando los resultados a continuación en el cuadro 16.

Cuadro 16. Determinación de dominancia de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	C.V.	Beneficio neto	Dominancia
2	37	41.75	no Dominado
5	37	41.75	Dominado
1	39.28	48.22	no Dominado
4	39.28	48.22	Dominado
8	45	42.5	Dominado
7	47.28	40.22	Dominado
3	55.48	14.52	Dominado
6	55.48	14.52	Dominado
9	63.48	6.52	Dominado

Fuente: El Autor, (2011). C.V. = costos que varían.

Con los resultados del cuadro anterior, se procedió a determinar la rentabilidad de los tratamientos no dominados, según especifica la metodología. Presentando los resultados en el cuadro 17 a continuación.

Cuadro 17. Determinación de la tasa de retorno marginal de los tratamientos no dominados.

Tratamiento	C.V.	Beneficio neto	Dominancia	Δ C.V.	Δ BN	TRM %
2	37	41.75	Dominado			
1	39.28	48.22	no Dominado	2.28	6.47	283.77

C.V. = costos que varían. BN = Beneficios netos. TRM = Tasa de retorno marginal.

Fuente: El Autor, (2011).

De acuerdo a la tasa de retorno mínima aceptable (TAMIR) calculada en la metodología (70%), se determina que el tratamiento T1 es económicamente rentable, con una tasa de rentabilidad de 283.77% mucho mayor a la TAMIR.

VII. Conclusiones

1. Existió diferencia altamente significativa entre las fuentes nutricionales, para las variables altura de planta, número de hojas y vigor de planta, por lo tanto se aceptan parcialmente las hipótesis alternativas, no existiendo diferencia significativa para la variable diámetro de planta, siendo las fuentes nutricionales orgánicas (Bocashi y lombricompost) las que presentaron los mejores resultados.
2. Entre las distintas variedades de café evaluadas (factor A), solamente en la variable número de hojas por planta, existió diferencia altamente significativa, por lo cual, es válida parcialmente la hipótesis de que una de las variedades de café tiene efectos diferentes en su desarrollo en almácigo. Siendo las que presentaron las medias más altas las variedades Caturra y Catuaí (con media de 12.99 hojas).
3. En la interacción entre la variedad de café y fuente nutricional, en las variables diámetro de tallo y número de hojas por planta, si existió diferencia altamente significativa, lo cual hace valida la hipótesis de que la interacción tiene efectos diferentes sobre el desarrollo de las plantas de café en almácigo. Siendo las interacciones de variedad Caturra + Bocashi, Catuaí + Bocacshi y Catuaí + lombricompost las mejores.
4. Las fuentes nutricionales orgánicas (Bocashi y lombricompost) con una media de altura de planta de 17.41 centímetros y un vigor de planta de escala 4, se presentaron como iguales estadísticamente en su efecto y fueron superiores a la fuente nutricional inorgánica (fertilización convencional) con altura de planta de 15.33 cm y vigor de escala 3.
5. Según el análisis económico de presupuestos parciales, el tratamiento T1, el cual consistió en la variedad Caturra + Bocashi, fúe el tratamiento más rentable, con una rentabilidad de 283.77%.

VIII. Recomendaciones

1. Debido a que existió diferencia significativa en el desarrollo de las plantas de café en almácigo sobre las variables altura de planta, número de hojas y vigor de planta, se recomienda usar las fuentes nutricionales orgánicas (Bocashi y lombricompost) para la fertilización en el almacigo de café de finca California.
2. De acuerdo a los intereses de propagación se recomienda considerar que las variedades de café Caturra y Catuaí son las que presentan mayor cantidad de hojas por planta bajo condiciones de finca California.
3. El efecto que puede producir las fuentes nutricionales depende de la variedad que se use por lo cual se recomienda seguir evaluando otras variedades que se adapten a las condiciones de finca California.
4. Desde el punto de vista económico se recomienda el tratamiento uno (variedad Caturra + fertilización con Bocashi), ya que fue el tratamiento más rentable, según la tasa de retorno mínima aceptable (TAMIR) calculada en la metodología de 70%.

IX. Bibliografía

Alvarado, M.; Rojas, G. 1998. El Cultivo y Beneficiado del Café. San José, C.R. EUNED. 184 p.

ANACAFE (Asociación Nacional del Café). 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala, Gt. 318 p.

_____ . 2004. Seminario de caficultura orgánica. Guatemala, Gt. Anacafé.

Balaña R., P. J. 2003. Determinación del efecto económico de los nematodos fitoparásitos en el cultivo de café, en la finca Unión Tacana, Nuevo Progreso San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Gt. USAC. Facultad de Agronomía.

Campos A., O. G. (s.f.). Evaluación de enmiendas alcalinizantes en almácigos de café. Investigaciones y descubrimientos sobre el cultivo del café. Guatemala, Gt. Anacafé. 308 p.

_____ . 2008. Fertilización orgánica de almácigos de café con lombricompost y pulpa de café. El Cafetal, la revista del caficultor. Edición mes de julio. Guatemala, Gt. Anacafé.

Castellón, JU. 1999. Uso de abonos orgánicos y sombra para almácigos de café orgánico. Tesis M.Sc. Turrialba, C. R. CATIE.

CENICAFE (Centro Nacional de Investigaciones de Café). 1989. Especies y Variedades de Café. Chinchiná, Caldas, Col.

Cronquis, A. 1980. Botánica Básica. ed. Continental S.A. México D.F. 587 p.

Fertico. Complejo triple 15. (en línea). Consultado 17 may. 2011. Disponible en: <http://www.fertico.com.mx/complejotriple15>

Garriz, P.; Vicuña S., R. 1986. Variaciones anuales en el crecimiento vegetativo y la arquitectura del canopeo de *caffea arabica* L. cv. Caturra rojo1. Argentina. Universidad Nacional de Comahue. Facultad de Ciencias Agrícolas. 12 p.

GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarit). 2001. Guía para la caficultura ecológica. 3 ed. actualizada. Guatemala, Gt.

Googleearth. Imágenes satelares. (en línea). Consultado 14 may. 2011. Disponible en: <http://www.google.com/googleearth/>.

Infoagro. 2011. El cultivo del café. Cuarta parte. (en línea). Consultado 26 may. 2011. Disponible en: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe4.htm

Julca-Otiniano, A. 2001. Substratos orgánicos en *Coffea arábica* variedad Caturra amarillo en almácigos. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia.

Kuehl, R. 2001. Diseño de experimentos: Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. 2 ed. México, D.F. Edit. Thomson Learning. 666 p.

López de L., E.; Mendoza D., A. 1999. Manual de caficultura orgánica. Guatemala, Gt. Anacafé. 157 p.

Meier, U. 2001. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. BBCH Monografía. 2 ed. Braunschweig, Alemania. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura. 149 p.

Monge, L. F. 1999. Manejo de la nutrición y fertilidad del cultivo de café. XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de Suelos, Costa Rica.

Mora S., N. 2008. Agrocadena de Café. Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Regional Huetar Norte.

Pohlan, J. 2001. La fruticultura orgánica en el Cauca: un manual para el campesinado. Colombia.

Reyes H., M. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. Guatemala, Gt. USAC. FAUSAC. Centro de Información Agrosocioeconómica, Boletín Informativo 1-200. 32 p.

Reyes, P. 1990. Diseño de experimentos aplicados. 3 ed. México D.F. Edit. Trillas. 348 p.

Romero, A.C. 1999. Producción de almácigo de café con abonos orgánicos. Tesis M.Sc. Turrialba, C. R.CATIE.

SIG-MAGA (Sistema de Información Geográfica/Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación) 2004. Mapa del Departamento de Suchitepéquez. Guatemala, Gt.

Simmons, Ch. S.; Tárano T., J M.; Pinto Z., J H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la Republica de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Gt. Edit. José Pineda Ibarra. 1000p.


Vo. Bo. Lcda. Ana Teresa Cap Yes de González
Biblioteca



X. ANEXOS

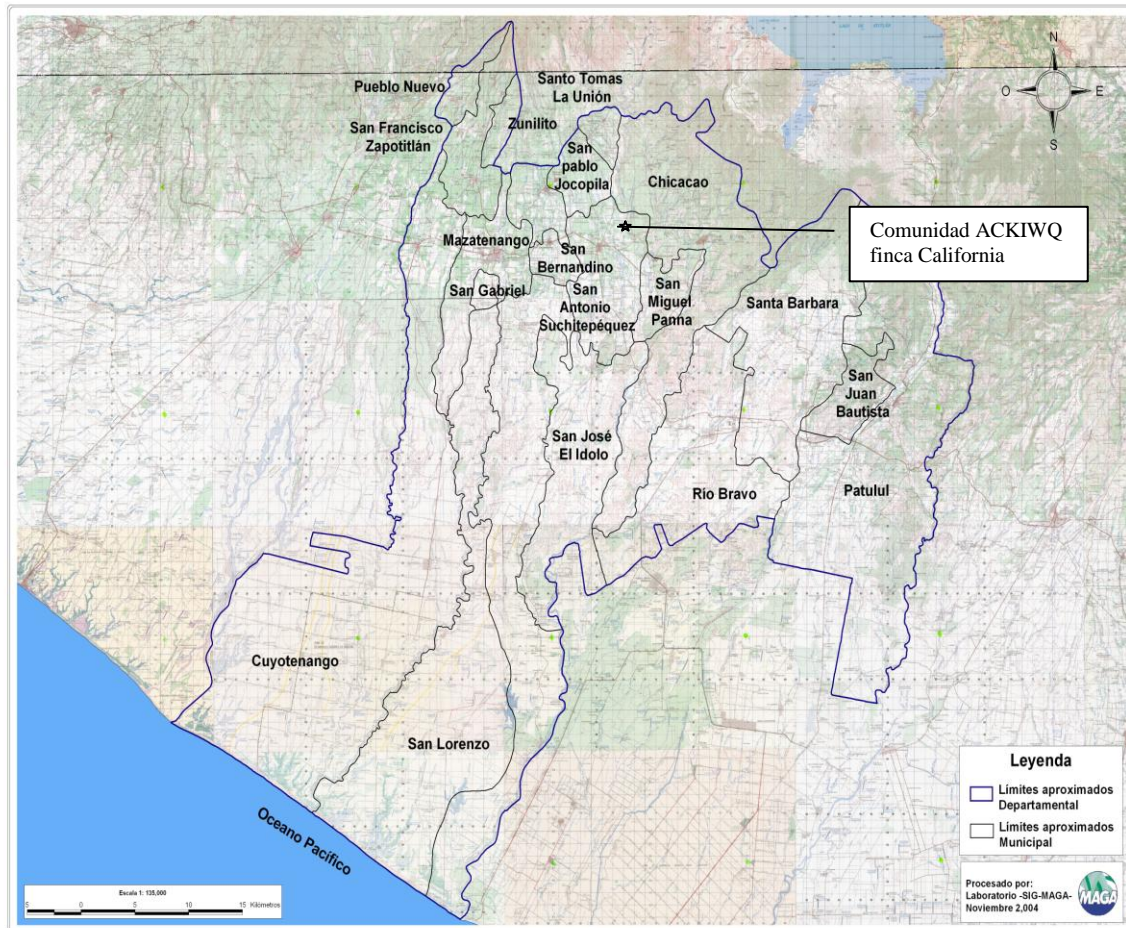


Figura 11. Ubicación de la unidad de practica en el mapa cartográfico, departamento de Suchitepéquez.

Fuente: SIG, MAGA, (2,004).

Cuadro 18. Boleta para la toma de las variables respuestas consideradas en el estudio.

Boleta de medición de variables respuesta					
Tratamiento					
Repetición					
Planta #	Altura cm	Diametro cm	# Hojas	Escala Vigor	Obs.
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
Suma					
Promedio					

Fuente: El Autor, (2011).

Cuadro 19. Análisis de varianza de la variable altura (cm) de planta, del experimento.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	25.338867	8.446289	4.8006	0.009
FACTOR A	2	5.235352	2.617676	1.4878	0.245 N.S.
FACTOR B	2	29.003906	14.501953	8.2424	0.002 * *
INTERACCION	4	8.999023	2.249756	1.2787	0.306 N.S.
ERROR	24	42.226563	1.759440		
TOTAL	35	110.803711			

Fuente: El Autor, (2011).

Cuadro 20. Análisis de varianza de la variable diámetro (mm) de plántulas del experimento.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	0.689392	0.229797	6.9009	0.002
FACTOR A	2	0.013153	0.006577	0.1975	0.824 N.S.
FACTOR B	2	0.004791	0.002396	0.0719	0.930 N.S.
INTERACCION	4	0.392853	0.098213	2.9494	0.040 * *
ERROR	24	0.799194	0.033300		
TOTAL	35	1.899384			

Fuente: El Autor, (2011).

Cuadro 21. Análisis de varianza de la variable hojas por plántulas del experimento.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	0.395020	0.131673	11.2227	0.000
FACTOR A	2	0.134064	0.067032	5.7132	0.009 **
FACTOR B	2	0.105774	0.052887	4.5076	0.021 **
INTERACCION	4	0.140076	0.035019	2.9847	0.039 **
ERROR	24	0.281586	0.011733		
TOTAL	35	1.056519			

Fuente: El Autor, (2011).

Cuadro 22. Análisis de varianza de la variable vigor de planta en el experimento.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	3	0.061569	0.020523	2.4151	0.090
FACTOR A	2	0.012482	0.006241	0.7344	0.506 N.S.
FACTOR B	2	0.136856	0.068428	8.0524	0.002 **
INTERACCION	4	0.021851	0.005463	0.6428	0.640 N.S.
ERROR	24	0.203949	0.008498		
TOTAL	35	0.436707			

Fuente: El Autor, (2011).