

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DE DOS VARIEDADES DE CAFE (*Coffea arabica* L.) BAJO TRES
FORMAS DE PRODUCCION EN VIVERO EN LA ESTACION EXPERIMENTAL
DE SAPECHO – LA PAZ**

JESUS REYNALDO MAMANI ROJAS

La Paz – Bolivia

2013

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**EVALUACION DE DOS VARIETADES DE CAFE (*Coffea arabica* L.) BAJO TRES
FORMAS DE PRODUCCION EN VIVERO EN LA ESTACION EXPERIMENTAL
DE SAPECHO – LA PAZ**

Tesis de grado presentado como requisito
parcial para optar al Título de
Ingeniero Agrónomo

JESUS REYNALDO MAMANI ROJAS

Asesores:

Ing. Fernando Manzaneda Delgado

Ing. Ramiro Mendoza Nogales

Tribunal Examinador:

Ing. René Calatayud Valdez

Ing. Johnny Ticona Aliaga

Ing. Casto Maldonado Fuentes

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

La Paz – Bolivia

2013

DEDICATORIA.

*Dedicado con todo mi amor y cariño a mis
padres Felipe Mamani Phuquimia y
Flavia Flora Rojas que con mucho
sacrificio y desvelo supieron inculcar mi
formación personal y profesional.*

*También dejo expresado mi sincero
agradecimiento y reconocimiento, por el
constante apoyo y comprensión a mi hermana
Rocio y a mis hermanos Cesar, Marco y
Oscar.*

AGRADECIMIENTOS

- Mis sinceros agradecimientos a la Universidad Mayor de San Andrés al personal docente y administrativo de la Facultad de Agronomía, por el apoyo brindado en todo momento de mi formación profesional.
- Al personal de la Estación Experimental de Sapecho a los ingenieros Fernando Manzaneda, Gastó Maldonado, Jhony Ticona, Raúl Rivas por el apoyo técnico brindado. Así mismo a Don Willy, Don Julio, Abelino, Sandro, Willy, Aldo, Freddy Dña. Ely, Agustín, Trineo, por su valiosa colaboración y amistad.
- A todas las personas; Ingenieros, compañeros y amigos (as), de Sapecho que de una u otra forma me prestaron su gentil colaboración desinteresada. Mil gracias.
- Al estimado asesoramiento de los ingenieros Fernando Manzaneda y Ramiro Mendoza durante la realización del presente trabajo de investigación.
- Mis agradecimientos a los ingenieros René Galatxpucl Valdez, Gastó Maldonado Fuentes y Jhony Ticona Aliaga por las correcciones y observaciones realizadas en el presente trabajo.
- A los amigos (as) y compañeros que hice en la Facultad de Agronomía, por los buenos y malos momentos compartidos durante nuestra formación profesional.

CONTENIDO

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTOS
CONTENIDO
INDICE DE CUADROS
INDICE DE FIGURAS
RESUMEN

1. INTRODUCCION.....	1
1.1 objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos especifico.....	3
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1 Historia, difusión y consumo de café a nivel mundial.....	4
2.2 Producción de café a nivel mundial.....	4
2.3 Desarrollo del cultivo de café en Bolivia.....	5
2.4 Producción de café en Bolivia.....	6
2.5 Generalidades del café.....	7
2.5.1 Clasificación taxonómica.....	7
2.5.2 Descripción morfológica.....	8
2.5.2.1 <i>La Raíz</i>	8
2.5.2.2 <i>El Tallo</i>	8
2.5.2.3 <i>Las Hojas</i>	8
2.5.2.4 <i>Las Flores</i>	8
2.5.2.5 <i>El Fruto</i>	9
2.5.2.6 <i>La Semilla</i>	9
2.5.3 Variedades de café.....	10
2.5.3.1 <i>Variedad Caturra</i>	10
2.5.3.2 <i>Variedad Mundo Novo</i>	10
2.5.3.3 <i>Variedad Catuai</i>	11
2.5.3.4 <i>Variedad Villa Sarchi</i>	11
2.5.3.5 <i>Variedad Híbrido de timor</i>	12
2.5.3.6 <i>Variedad Catimor</i>	12
2.5.4 Variedades en estudio.....	13
2.5.4.1 <i>Variedad IA PAR - 59</i>	13
2.5.4.2 <i>Variedad Paraíso MG</i>	16
2.6 Generalidades y cuidados en el establecimiento de un vivero...	18
2.6.1 Introducción.....	18
2.6.2 Propagación.....	18
2.6.3 Selección de la variedad y la semilla.....	18
2.6.4 Selección del sitio.....	19

2.6.5 Dimensiones del vivero.....	19
2.6.6 Sombra.....	19
2.6.7 Medios usados en la producción de plantas de vivero...	20
2.6.8 Preparación del sustrato.....	21
2.6.9 Llenado de bolsas y tubetes.....	22
2.6.10 Mantenimiento del vivero.....	22
2.7 Formas de producción.....	23
2.7.1 Producción a raíz desnuda.....	23
2.7.1.1 <i>Condiciones para realizar una producción a raíz desnuda....</i>	23
2.7.1.2 <i>Aspectos físicos para realizar una producción a raíz desnuda</i>	23
2.7.1.3 <i>Poda de raíz.....</i>	24
2.7.1.4 <i>Condiciones aceptables de un almácigo...</i>	24
2.7.2 Producción en bolsa (maceta).....	24
2.7.2.1 <i>Lugar para hacer el almácigo.....</i>	25
2.7.2.2 <i>La Bolsa (maceta).....</i>	25
2.7.2.3 <i>Ordenamiento de las bolsas y trasplante.....</i>	25
2.7.2.4 <i>Sombra.....</i>	26
2.7.2.5 <i>Riego.....</i>	27
2.7.2.6 <i>Programa fitosanitario.....</i>	27
2.7.2.7 <i>Control de malezas.....</i>	28
2.7.3 Producción en tubetes.....	28
2.7.3.1 <i>Pasos para construir un vivero en tubetes.....</i>	28
3. LOCALIZACION.....	36
3.1 Ubicación Geográfica.....	36
3.2 Ubicación cartográfica.....	34
3.3 Características climáticas.....	36
3.4 Fisiografía.....	38
3.5 Viento.....	36
3.6 Suelo.....	38
3.7 Vegetación y fauna.....	39
4. MATERIALES Y METODOS.....	41
4.1 Material vegetal.....	41
4.2 Material de campo.....	41
4.3 Material de laboratorio.....	41
4.4 Material de gabinete.....	41
4.5 Metodología.....	41
4.5.1 Procedimiento.....	41
4.5.1.1 <i>Primera fase.....</i>	42
4.5.1.2 <i>Segunda fase.....</i>	42
4.5.1.3 <i>Tercera fase.....</i>	43
4.5.2 Diseño experimental.....	44

4.5.2.1 <i>Tratamientos</i>	44
4.5.2.2 <i>Modelo lineal Aditivo</i>	45
4.5.2.3 <i>Croquis experimental</i>	45
4.5.2.4 <i>Características del área experimental</i>	46
4.5.3 Variables de respuesta.....	46
4.5.3.1 <i>Porcentaje de germinación</i>	46
4.5.3.2 <i>Altura de las plantas</i>	48
4.5.3.3 <i>Diámetro de tallo</i>	48
4.5.3.4 <i>Pares de hojas verdaderas</i>	48
4.5.3.5 <i>Peso seco de la parte aérea de la planta</i>	48
4.5.3.6 <i>Peso seco de la raíz de la planta</i>	48
4.5.3.7 <i>Porcentaje de mortandad</i>	49
4.5.4 Análisis estadístico.....	49
4.5.4.1 <i>Análisis de varianza</i>	49
4.5.4.2 <i>Comparación de medias</i>	49
4.5.5 Análisis económico parcial.....	50
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	51
5.1 Porcentaje de germinación.....	51
5.2 Altura de las plantas.....	52
5.3 Diámetro del tallo.....	54
5.4 Pares de hojas verdaderas.....	56
5.5 Peso seco de la parte aérea de la planta.....	57
5.6 Peso seco de la raíz de la planta.....	58
5.7 Porcentaje de mortandad.....	60
5.8 Análisis económico.....	61
6. CONCLUSIONES	64
7. RECOMENDACIONES	66
8. BIBLIOGRAFIA	67

INDICE DE CUADROS

	Página
1 . Principales productores de café a nivel mundial 2001-2010.....	5
2 . Evolución de las exportaciones de Café Boliviano.....	7
3 . Cultivos de mayor importancia en la zona de Alto Beni.....	39
4 . Tratamientos, combinaciones de factores y descripción de factores.....	44
5 . Características del área experimental.....	46
6 . Análisis de varianza para la altura de la planta.....	53
7 . Análisis de varianza para el diámetro del tallo.....	55
8 . Análisis de varianza para pares de hojas.....	57
9 . Análisis de varianza para el peso seco de la parte aérea se la planta.....	58
10 . Análisis de varianza para el peso seco de la raíz.....	59
11 . Análisis de varianza para el porcentaje de mortandad.....	61
12 . Beneficios de las tres formas de producción.....	63

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 .	Características morfológicas de la variedad IA PAR - 59.....	13
FIGURA 2 .	Daño causado por roya (<i>Hemileia vastatrix</i> B.).....	14
FIGURA 3 .	Genealogía de la variedad IA PAR – 59.....	15
FIGURA 4 .	Características morfológicas de la variedad Paraíso MG.....	16
FIGURA 5 .	Genealogía de la variedad Paraíso MG.....	17
FIGURA 6 .	Dimensión y forma de los tubetes.....	34
FIGURA 7 .	Estrías características de los tubetes.....	34
FIGURA 8 .	Dirección de las raíces utiliza.....	34
FIGURA 9 .	Camas de suspensión para tubetes.....	35
FIGURA 10 .	Producción de café en tubetes.....	35
FIGURA 11 .	Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Sapecho.....	37
FIGURA 12 .	Vista satelital de la Estación Experimental de Sapecho Alto Ben.....	40
FIGURA 13 .	Croquis del experimento.....	45
FIGURA 14 .	Desarrollo inicial de la semilla de café.....	46
FIGURA 15 .	Cambios tempranos en la semilla de café durante su germinación.....	47
FIGURA 16 .	Promedios del porcentaje de germinación al cabo de 60 días.....	51
FIGURA 17 .	Comportamiento del porcentaje de germinación de las variedades en estudio.....	52
FIGURA 18 .	Efecto de diferentes formas de producción sobre la altura de plantas.....	53
FIGURA 19 .	Efecto de diferentes formas de producción sobre el diámetro del tallo.....	54
FIGURA 20 .	Efecto de diferentes formas de producción sobre los pares de hojas verdaderas....	56

FIGURA 21 . Efecto de diferentes formas de producción sobre el peso seco de la parte aérea.....	57
FIGURA 22 . Efecto de diferentes formas de producción sobre el peso seco de la raíz.....	59
FIGURA 23 . Efecto de diferentes formas de producción sobre el porcentaje de mortandad.....	60

RESUMEN

Con el objeto de estudiar el comportamiento de dos variedades de café *Coffea arabica* L. (IA PAR-59 y Paraíso MG), en conjunción con tres formas de producción (en almaciguera tradicional, en bolsa o maceta y en tubete). Teniendo en cuenta tres fases; la primera consiste en determinar el porcentaje de germinación de las dos variedades, la segunda es evaluar el desarrollo de las plantas de café en fase de vivero y la tercera evalúa los beneficios económicos de las tres formas de producción antes mencionadas. En el presente estudio se determinó las siguientes variables de respuesta. Para el porcentaje de germinación se realizó la evaluación 30 días después del inicio de la prueba de germinación para las dos variedades de café, se usó un total de 250 semillas; repartidas en 10 cajas petri, 125 semillas de cada variedad, la evaluación se realizó hasta los 60 días donde la variedad Paraíso MG logró un porcentaje de germinación de 90,7% y la variedad IA PAR-59 alcanzó un porcentaje de germinación de 88,1%, no se encontraron diferencias estadísticas al 5% de significancia en cuanto al porcentaje de germinación de ambas variedades.

El tratamiento que obtuvo una mejor altura de planta fue el T1 resultante de la combinación de la variedad Paraíso MG producida a raíz desnuda (a1b1) con 22,06 centímetros, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo con 19,14 centímetros, sin encontrarse diferencias significativas. Los diferentes tratamientos no tuvieron un efecto significativo en el desarrollo del diámetro del tallo. Siendo el mayor la variedad Paraíso MG combinado con la forma de producción en almaciguera tradicional (a1b1) fue el que tuvo mayor diámetro de tallo con 3,32 mm, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo con 2,78 mm. De igual manera se observó que no existen diferencias significativas en relación al número de hojas siendo el T1 que corresponde a variedad Paraíso MG combinado con la forma de producción en almaciguera tradicional (a1b1) fue el que tuvo un mayor par

de hojas 8,28, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo hojas con 7,18. En cuanto a las variables peso seco de la parte aérea y peso seco de la raíz de la planta no se encontraron diferencias significativas a un nivel de significancia de 5%, siendo el peso mas alto el tratamiento (a1b1) con 3,22, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo 2,95 gr.

En el porcentaje de mortandad si se encontró diferencias significativas siendo los tratamientos T4 y T1 los que obtuvieron un porcentaje de mortandad mayor con 5,90% y 5,17% respectivamente, sin embargo los tratamientos que menor porcentaje de mortandad presentaron fueron el T6 y T3 con 4.02 y 3.41% respectivamente.

En cuanto a los costos totales para las 6000 plantas, se nota un valor mayor para el método de tubete (0,44) Bs para producir una planta en este sistema comparado con la producción en bolsas y la producción en almaciguera tradicional (0,36) y (0,22) respectivamente.

1. INTRODUCCION

El café *Coffea arábica* L. originario de regiones sub tropicales de África es uno de los cultivos ampliamente distribuidos por todo el mundo según la organización internacional del Café (OIC) señalan que más de 25 millones de familias cafetaleras dependen del cultivo de café para su subsistencia en los países de Latinoamérica, África y Asia (Osorio, 2002; citado por Pomacosi, 2005).

Bolivia posee una tradición en la producción de café y por sus características tiene una oferta única, siendo el mayor productor el departamento de La Paz, concentrándose la producción en la región Yungueña con el 95% de la superficie cultivada. El café está catalogado como estimulante, su consumo a nivel nacional es relativamente bajo y se estima que es menor al 25% de la producción a nivel nacional, por lo tanto algo más del 75% de la producción de café está destinada a la exportación a mercados Europeos, Americano y Asiático (Fomento al desarrollo Urbano y Rural, 2010).

En la región de los Yungas paceño en alturas de 1000 a 2000 msnm, organizaciones de pequeños productores cultivan los cafés más finos y exquisitos, cuya calidad es reconocida y certificada internacionalmente. La importancia económica del café radica en su elevado potencial como generador de empleo directo e indirecto, estimando algo más de 24000 familias de productores y aproximadamente 10000 personas que trabajan eventualmente en la cosecha, transporte comercialización e industrialización del mismo (Fomento al Desarrollo Urbano y Rural, 2010).

Las variedades utilizadas en la región de los Yungas de La Paz son variedades de altura tales como ser las variedades Típica, Caturra, Catuai entre otras. Para el ensayo se utilizo las variedades IAPAR-59 y Paraíso MG las cuales son variedades aptas para la altitud del Alto Beni que se encuentra a 450 msnm.

La productividad de un cafetal es el resultado de una adecuada combinación de factores genéticos y tecnológicos (manejo) de la plantación con el ambiente del lugar escogido para el cafetal. Según Irigoyen (2000), el cafetal se inicia con la adquisición de plantas producidas con semilla mejorada, cuya calidad agronómica, tratamiento sanitario y pureza genética, garanticen un potencial para obtener una productividad elevada.

Para la producción de plantas de calidad se ha recurrido normalmente a usar bolsas de plástico la cual tiene un mayor volumen al del tubete, esto significa que cada bolsa tiene un volumen y peso bastante significativo, lo que hace la labor de trasplante en zonas poco accesibles mucho más complicada. Una modificación a esto ha sido la producción de plantas de café en tubetes o conos, que consisten en un cono plástico de color negro, de 15 cm de largo y con un orificio superior de 5.5 cm y otro en la parte inferior de 1 cm. En este cono la planta queda suspendida sobre el suelo utilizando una malla ciclón o estructuras metálicas en forma de camas, de modo que se produce la poda de raíces por luz y aire (Irigoyen, 1997).

El mismo autor señala este método posee varias ventajas como son: reducir los costos, al disminuir el espacio, tiempo, volumen de sustrato, fertilizantes, pesticidas, agua, mano de obra, para el transporte y trasplante; además ofrece a tener plantas libres de nematodos, ya que el tratamiento del sustrato se facilita, debido al poco volumen que se usa; así mismo se evita su re infestación con nematodos, porque la planta queda aislada del suelo.

El presente trabajo de investigación nos permite tener mejor conocimiento sobre el desarrollo que tienen las variedades IAPAR 59 y Paraíso MG bajo tres formas de producción: en tubetes, en bolsas y a raíz desnuda, para tener claro cuáles son los beneficios económicos que nos otorgan estas variedades en conjunto con estas formas de producción y cuales es la relación beneficio costo de las formas de producción antes mencionadas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- Evaluación de dos variedades de café (*Coffea arabica* L.) bajo tres formas de producción en vivero en la Estación Experimental de Sapecho – La Paz.

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el desarrollo de dos variedades de café IA PAR-59 y Paraíso MG.
- Evaluar tres formas de producción de plantines de café: a Raíz desnuda, en Bolsa (maceta) y en Tubete en fase de vivero.
- Calcular los costos parciales de producción de plantines bajo estas tres formas de producción.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Historia, difusión y consumo de café a nivel mundial

La especie de café mas cultivada en el mundo es la *Coffea arabica* L., que originalmente crecía en las mesetas de Etiopia, de su centro de origen la *Coffea arabica* L. paso a Yermen (Asia occidental), en el transcurso de los siglos XIII y XIV paso a las Guyanas, Antillas y Sumatra, fue introducida al Brasil en 1727 y a fines del siglo XVIII se encontraba distribuida en toda América Central y México. Siendo la variedad Typica de la *Coffea arabica* L. fue la única planta de café cultivada en América y la Antillas hasta la década de los 60 del pasado siglo (Cuba, 2006).

El mismo autor indica que el café comenzó a conquistar territorio en el mundo y llego a Italia en 1645, por cortesía del comerciante veneciano Pietro Della Valle, en Inglaterra se comenzó a tomar café en 1650, gracias al comerciante Daniel Edwards quien fue el primero que abrió un establecimiento de venta de café en Inglaterra y Europa.

Los grandes propagadores del cultivo del café fueron, los holandeses quienes establecieron y explotaron grandes plantaciones en sus colonias de Ceilán e Indonesia. Ellos fueron los importadores del cafeto y quienes lo plantaron en los jardines botánicos de Ámsterdam, Paris y Londres, gracias a esto en tres siglos esta infusión ha pasado de ser casi desconocida a una bebida universal (FECAFEB, 2006).

2.2 Producción de café a nivel mundial

La producción mundial de café para el periodo 2009/2010 fue de 123,1 millones de sacos, notándose una baja en la producción mundial de café del 3,9% (FECAFEB, 2010).

Así mismo indica que en el periodo 2008, las exportaciones mundiales de café verde alcanzaron 97.67 millones de sacos que en términos monetarios corresponde

a 15.38 US\$ billones. En el periodo 2009 se exporto 94,66 millones de café verde alcanzado un valor de 13,48 US\$ billones.

Cuadro 1. Principales productores de café a nivel mundial 2001-2010

País	Volumen (miles de sacos de 60 kg)
Brasil	39.47
Viet Nam	18.00
Indonesia	10.632
Colombia	9.000
India	4.827
Etiopia	4.500
México	4.200
Honduras	3.527
Guatemala	3.500
Perú	3.315

Fuente: FECAFEB, 2010

2.3 Desarrollo del cultivo de café en Bolivia

Según Barrientos (2000), el cafeto fue traído por los africanos que huían de la esclavitud en Brasil en 1780 y que se establecieron en la región de los Yungas. Al principio el cafeto servía mayormente como cultivo de lindero, para marcar los límites de la propiedad rural recién a partir de 1950 el café comienza a explotarse en mayor escala y va tomando características de cultivo rentable.

Durante los años 30, los hacendados alquilaban sus terrenos a productores peruanos quienes cosechaban y comercializaban el café, hasta la reforma agraria donde se produce el fenómeno de la colonización y estos colonos utilizaron las plantas de cafeto para marcar límites y la producción era destinada al autoconsumo (Cuba, 2006).

Barrientos (2000), explica que en 1953 se produce una fuerte helada en Brasil, y crea una gran expectativa en la producción de este cultivo y aparecen varias empresas privadas acopiadoras de café. Entre 1955 y 1956 se inicia un gran

despliegue de colonos a la región de Nor Yungas y se empiezan a dedicar al cultivo de café principalmente.

El mismo autor afirma que hasta 1977 el estado no le da importancia al cultivo de café, pero dentro del contexto del programa de sustitución de drogas de USA, con el apoyo de USAID, implemento un programa de rehabilitación agronómica y fitosanitaria en plantaciones, el cual tuvo grandes logros. En la década de 1980 aparece la roya en los cultivos, el estado Boliviano con ayuda de la FAO, crean un plan para su control y el IBTA inicia la producción de semillas y plantines para su posterior distribución a los productores.

Cuba (2006), explica que a principios de 1990 con el proyecto AgroYungas, se lograron implantar en los cinco años siguientes más de 2000 hectáreas en asistencia técnica y financiamiento para los agricultores y a la vez se incrementa la producción orgánica. En los últimos años la rentabilidad por hectárea de la coca supero en dos veces al café, como consecuencia muchos agricultores se dedican al cultivo de la coca, dejando de lado a otros cultivos entre ellos el cafeto y reduciendo su área de producción.

2.4 Producción de café en Bolivia

FECAFEB (2006), explica que actualmente en todas las zonas cafetaleras de Bolivia, se cultiva la especie *Coffea arabica* L. con una predominancia de la variedad Typica o criolla, ocupando el 85% de la superficie total y un 15% de las variedades mejoradas como Catuai amarillo y rojo, Catimor y Cavimor amarillo y rojo. Bolivia produce un 100% de café suave lavado, para la exportación y el consumo nacional.

FECAFEB (2006), asevera que en el departamento de La Paz la producción de café alcanza a un 95.4%, siendo el departamento de mayor producción a nivel nacional, luego sigue Santa Cruz con 2.5%, Cochabamba 1%, Tarija 0.5%, Beni 0.4% y Pando con 0.2%.

FECAFEB (2006) indica que el 85% de las plantaciones son de la variedad Typica o criolla las cuales se plantan entre 1300 a 1570 plantas /ha, con un promedio de 1484 plantas/ha. Mientras que el cultivo con variedades mejoradas, tienen una densidad promedio de 2650 plantas/ha, esta densidad está influenciada por diversos factores como ser la pendiente del terreno, la variedad utilizada, la fertilidad de los suelos y el manejo de los cultivos.

Según Cuba (2006), la producción nacional y los ingresos que proporciona el cultivo de café varían de año en año dependiendo del mercado y los factores climáticos.

Cuadro 2. Evolución de las exportaciones de Café Boliviano

Año	Vol. Miles TM
2003	9.80
2004	5.40
2005	5.10
2006	5.10
2007	4.80
2008	4.03
2009	1.46

Fuente: FECAFEB (2010)

2.5 Generalidades del café

2.5.1 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del cafeto según Cronquist (1985), mencionado por Marzoca en (1988), es la siguiente, Reino: Vegetal; Sub Reino: Embryophyta; División: Anthophyta; Clase: Magnoliopsida; Sub Clase; Asteridae; Orden: Rubiales; Familia: Rubiaceae; Genero: Coffea; Especie: *Coffea arabica* L.

2.5.2 Descripción morfológica

2.5.2.1 La Raíz

La raíz principal del cafeto es pivotante a menudo múltiple, extendiéndose de 45 a 60 cm de profundidad, tiene 4 a 8 axilas que crecen verticalmente hacia abajo hasta 2 a 3 m de profundidad, originadas lateralmente o de la bifurcación de la raíz principal, también presenta raíces superficiales paralelas a la superficie del suelo de 1 a 9 m a partir del tronco, ramificándose en un plano horizontal o uniformemente en todas las direcciones del suelo (Figueroa, 1996).

2.5.2.2 El Tallo

El tallo normalmente es unicaule o de un solo tallo bien definido, aunque en ciertas ocasiones presenta tallos múltiples, el cafeto es un pequeño árbol de unos 4 a 12 m de alto caracterizado por el dimorfismo de ejes que consiste de un eje vertical u ortótropo del que salen ramas laterales o plagiotropicas, el tallo forma nudos y entrenudos de los primeros 9 a 11 nudos, aparecen ramas laterales con hojas opuestas y en cada una hay de 1 a 2 estipulas, a partir generalmente del doceavo para de yemas vegetativas en las axilas, donde se desarrollan ramas laterales secundarias adquiriendo la planta forma piramidal (León, 1999).

2.5.2.3 Las hojas

Las primeras hojas que se forman en el cafeto son los cotiledones, de 9 a 11 hojas que se forman a continuación son elípticas, lanceoladas y obobada de superficie ondulada, las que nacen en las ramas primarias, secundarias y terciarias, aparecen en un mismo plano o pares opuestos, cada una con dos estipulas agudas, la lamina foliar mide a veces de 12 a 24 cm de longitud y de 5 a 12 cm de ancho (IICA, 1989).

2.5.2.4 Las flores

Se desarrollan en las axilas de las hojas sobre glomérulos, en grupos de 3 a 5 flores, originalmente colocadas en línea recta entre la rama y la hoja, la flor del

cafeto tiene de base un receptáculo carnoso, el cáliz consiste de cinco dientes finos e irregulares a manera de un reborde verde y continuo, la corola tubular en la base se abre arriba en cinco pétalos, con cinco estambres insertos en el tubo de la corola localizados en las uniones de los pétalos y en posición continua, de ovario ínfero con 2 óvulos con estigma bífido, la flor se abre por la mañana y tiene una vida efímera comúnmente de solo 24 horas, a cuyo término se seca la corola y se desprende (Figuroa, 1996).

2.5.2.5 El Fruto

El fruto del cafeto es una drupa esférica y carnosa, comúnmente llamada cereza, de forma subglobosa, de color rojo o amarillo a la madurez y que alcanza según las variedades de 8 a 15 mm de largo, cada fruto está constituido por un epicarpio rojo o amarillo, un mesocarpio carnudo de color blanco amarillento (pulpa), el endocarpio o pergamino y dos semillas (granos) reunidos por su faz plana pardo verdoso, cada grano está protegido por dos envolturas, la primera o endocarpio que es delgada y de textura esclerosa (pergamino), la segunda el perisperma o tegumento seminal que es una tela finísima o película plateada a veces adherida al grano (IICA, 1989).

2.5.2.6 La semilla

La semilla está constituida por el endospermo y el embrión, el primero coriáceo de color verdoso y amarillento, las células del endospermo contienen almidón, aceites, azúcares, alcaloides como cafeína y otras sustancias, en su parte basal se encuentra el embrión de 2 a 5 mm de largo, el contenido promedio de cafeína es de 1.0155 de aceites y grasas de 10.55% es el factor determinante del aroma y sólidos solubles compuesto por hidratos de carbono y proteínas en un 28.6% (Figuroa, 1996).

2.5.3 Variedades de café

2.5.3.1 Variedad Caturra

Esta variedad es una mutación del Bourbon en el estado Minas Gerais de Brasil, es una planta con porte bajo de 2.4 a 3 m de altura, tronco grueso y poco ramificado e inflexible (Soliebe, 2005).

Posee entrenudos muy cortos en las ramas y en el tallo, lo que hace que presente buena producción sus hojas son grandes de borde ondulado, anchas, redondeadas, gruesas y de color verde oscuro, las nuevas son de color verde claro, es un arbusto de un aspecto general compacto y de mucho vigor, las ramas laterales forman un ángulo bien cerrado con el tronco, su sistema radicular está bien desarrollado lo que le permite adaptarse a diferentes condiciones climáticas, es una variedad muy precoz y de alta producción, por lo que requiere un manejo adecuado, el rendimiento de frutos fluctúa alrededor de 1.92 kg por planta y la calidad de la bebida es buena (Fishchersworing, 2001).

Las limitaciones de esta variedad se manifiestan por su poca rusticidad, posiblemente al origen genético de su híbridos, es un mutante del Bourbon, esto motiva a que sea muy susceptible a plagas y enfermedades, además no mantiene sus promedios de producción por muchos años más aun si no se realiza un manejo adecuado, por último el grano presenta poco peso y tamaño (Mejía, 2001).

2.5.3.2 Variedad Mundo Novo

Originaria del Brasil, es un cruce entre la variedad Bourbon y el café de Sumatra, las plantas de esta variedad presentan características parecidas al Bourbon, es una variedad vigorosa y productiva con una marcada tendencia a producir un alto porcentaje de frutos con una sola semilla (caracolillo). Esta variedad es especialmente valiosa debido a que puede sembrarse a distancias más cortas que las variedades de porte alto, por lo cual se aumenta la densidad de siembra y por consiguiente, la producción por unidad de superficie, el menor tamaño de sus plantas facilita además las labores de cosecha (nazareno, 1998).

Se caracteriza por su elevado vigor vegetativo y alta productividad, porte alto un poco mayor a Bourbon, presenta ramificación lateral densa y abundante ramificación secundaria, la maduración del fruto es un poco más tardía y abundante, se destaca por su tolerancia a condiciones de sequía y suelos pobres, condicionado en gran medida por su sistema radicular muy desarrollado, presentando mayor disponibilidad de adaptación a condiciones adversas de clima y suelos (Fishchersworrying, 2001).

2.5.3.3 Variedad Catuai

La variedad Catuai es un cruce artificial entre la variedad Caturra y el Mundo Novo de Sao Pablo Brasil, es una variedad de porte bajo con alta producción, las hojas nuevas son de color verde claro, es un arbusto vigoroso y compacto, tiende a ser de mayor diámetro que el caturra, los frutos no se desprenden fácilmente de las ramas, el rendimiento del grano es bueno así como la calidad de la bebida (Nazareno, 1998).

Posee elevado vigor vegetativo, alto potencial productivo, ramificación abundante y entre nudos cortos, precoz en el inicio de la producción, buena adaptabilidad a diferentes ambientes y excelente comportamiento en zonas de altura, su maduración tardía y la no uniformidad en la maduración en zonas de altura se considera como una desventaja de la variedad (Fishchersworrying, 2001).

2.5.3.4 Villa Sarchi

La variedad villa Sarchi se origina en Costa Rica, tiene cierto aspecto arábico enano, presenta entre nudos cortos, ramificaciones laterales abundantes, buena calidad de fruta y fructificación precoz, su aporte es muy inferior al de otras variedades, los cafetos adultos alcanzan alturas entre 1 y 1.50 m lo que facilita su cosecha (Fishchersworrying, 2001).

El mismo autor indica, que esta variedad es originaria de Costa Rica, su nombre se debe a la zona de origen, es una planta de porte bajo muy similar en su forma y tamaño al Caturra y Pacas, sin embargo existen ecotipos de porte pequeño y frutos

reducidos, tiene brotes de color verde, hojas de tamaño mediano a pequeño, sistema radicular fuerte, entrenudos cortos en la rama principal y laterales, es una variedad precoz para entrar en producción y de maduración intermedia y uniforme, tiene buen comportamiento en zonas cafetaleras altas, donde otras variedades son afectadas tanto en producción como en la maduración de los frutos, en condiciones agronómicas adecuadas es similar su producción a Caturra y Pacas.

2.5.3.5 Variedad Híbrido de Timor

Es una variedad Colombiana obtenida de cruces entre las especies de (*Coffea arabica* L.) y robusta (*Coffea canephora*), las plantas cruzan con facilidad con las demás variedades de la especie arábica y produce descendencias con gran fertilidad, presenta resistencia a roya, con alta productividad de café cereza y semilla de mayor tamaño, también presenta menor porcentaje de grano caracol y grano vano lo cual se traduce en ganancias en la producción (Nazareno, 1998).

El mismo autor menciona, que la calidad de la bebida es similar a los estándares de aceptación de las variedades de la especie (*Coffea arabica* L.), con alta resistencia a las condiciones no favorables del medio ambiente para su producción. La planta presenta porte bajo de copa frondosa, la distancia entre nudos es corto, hojas grandes de coloración verde oscura y también en el brote presenta color verde, de amplia adaptabilidad a las condiciones climáticas variables.

2.5.3.6 Variedad Catimor

Se origina del cruzamiento entre Caturra Rojo y el Híbrido de Timor, la variedad Catimor Rojo y el Híbrido de Timor, la variedad Catimor se caracteriza por su porte bajo, el grosor de su tronco intermedio así como por su consiguiente número de ramas laterales, la planta tiene buena envergadura, crecimiento plagiotrópico uniforme y una buena producción aceptable, con buen peso de grano seco (Mejía, 2001).

2.5.4 Variedades en estudio

2.5.4.1 Variedad IA PAR – 59

a) Morfología

Es una variedad perene de porte bajo que puede alcanzar una altura de 2.5 m, con frutos comúnmente llamado cereza de color rojo incandescente, donde el diámetro de la copa llega a 1.7 m con un volumen de 3.4 m³, caracterizándose por ser una variedad con maduración semi precoz adelantándose en la maduración con respecto a la variedad Catuai, llegando a cosecharse en junio en las regiones del Paraná en Brasil (Huarcacho, 2008).



Figura 1. Características morfológicas de la variedad IA PAR - 59

Fuente: Alves, *et al.* 2010

b) Requerimiento de clima y suelo

- **Temperatura**

Es una variedad que se adapta a temperaturas de 18 a 30 °C, requiriendo sombra de 25 a 30 %, bajo un estudio realizado en el departamento de Santa Cruz en la provincia Ichilo observaron que esta variedad presenta tolerancia a bajas temperaturas (Huarcacho, 2008).

- **Suelos**

Esta variedad se llega a caracterizar por requerir la incorporación de materia orgánica, Potasio en la fase de llenado de grano y maduración, y Nitrógeno (50% más) 60 días después de la floración para evitar floraciones fuera de época, por otro lado, el tipo de suelo requerido es franco arcilloso (Huarcacho, 2008).

- **Productividad**

Los rendimientos en producción que puede llegar a alcanzar esta variedad esta alrededor de los 14800 kg/ha en pergamino seco al 12% de humedad y con una productividad de 15 años (Alves, *et al.* 2010).

- **Características genéticas de resistencia a enfermedades y plagas**

El mejoramiento genético realizado en esta variedad por instituciones como el IA PAR (Instituto Agronómico de Paraná) en el Brasil han logrado obtener variedades como el IA PAR – 59 con resistencia a 29 razas de roya por otro lado, otra característica presente en esta variedad es la alta resistencia a nematodos *Meloidogyne exigua* Y una moderada susceptibilidad a *Meloidogyne* incógnita (Bertrand y Rapidel, 1999).



Figura 2. Daño causado por roya (*Hemileia vastatrix* B.)

Fuente: Alves, *et al.* 2010

- **Genealogía de la variedad IA PAR – 59**

Según Rodríguez (1993) citado por Bertrand y Rapidel (1999), indican que esta variedad proviene del cruzamiento entre la variedad Villa Sarchi CIFIC 971/10 y el híbrido de timor ((C. Arabica x C. Canephora) 4n) CIFIC 832/2, llegando a originar a los SARCHIMORES, donde se encontraría la variedad IA PAR – 59 después de un largo proceso de selección como se observa en la figura 2 (Bertrand y Rapidel, 1999).

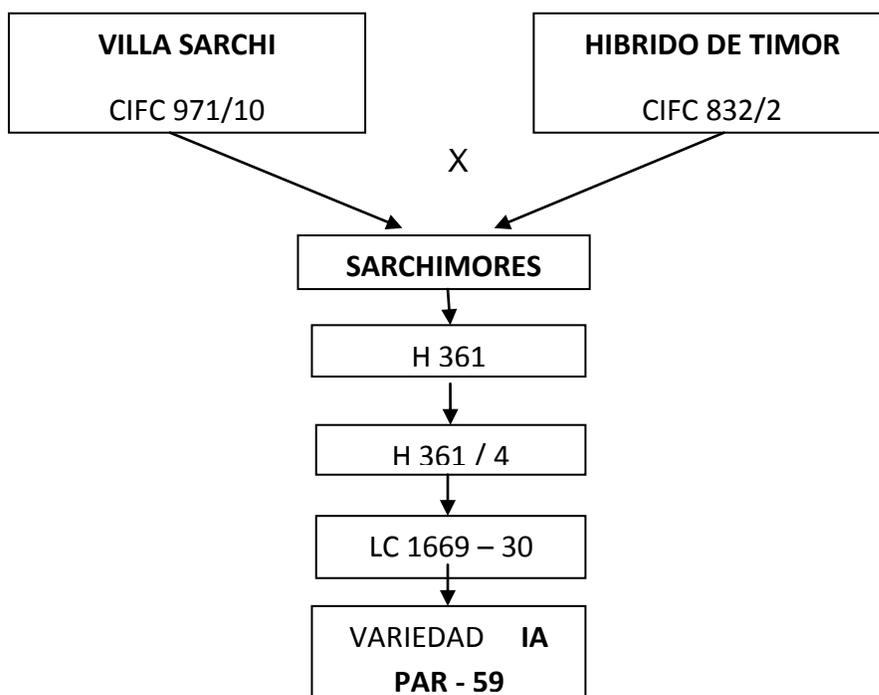


Figura 3. Genealogía de la variedad IA PAR – 59
Fuente: Bertrand y Rapidel, 1999

Las características de cada uno de los progenitores de esta variedad fueron descritas anteriormente.

- **Principales nematodos parásitos que atacan a la variedad IA PAR – 59**

Estudios realizados por Anzueto *et al.* (1993) citado por Bertrand y Rapidel (1999), llegaron a observar que la población de *Meloidogyne* incógnita de Guatemala se llegaba a multiplicar fuertemente en la variedad Catuai pero se desarrollaba de forma más lenta en las variedades de de Sarchimores.

Por otro lado Bertrand *et al.* (1995), Llegaron a determinar que muchas líneas de Catimores, Sarchimores (IA PAR-59 y Tupi), poseían resistencia a *Meloidogyne exigua*, al no permitir el desarrollo de agallas en las raíces secundarias, donde llegan a parasitar llegando a producir gran cantidad de huevos los cuales se encuentran protegidos por una masa gelatinosa denominada ooteca, la cual llega a proteger a los huevos.

2.5.4.2 Variedad Paraíso MG

a) Morfología

Planta de porte bajo, inferior a Catuai, hojas nuevas de color verde, productividad alta superior a Catuai amarillo, posee alta adaptación y estabilidad, la maduración de sus frutos es media de granos grandes, frutos amarillos con una estatura media de 1.95 m, en 72 meses después de la siembra en el campo, la arquitectura de las plantas son ligeramente cónicas, con un diámetro medio de 192 cm y el tercio medio de 159 cm, lo que resulta en un volumen promedio de aproximadamente 2.823 m³ (INCAPER, 2009).



Figura 4. Características morfológicas de la variedad Paraíso MG

Fuente: Alves, *et al.* 2010

b) Características de resistencia a plagas y enfermedades

La roya del café es la principal enfermedad de la cosecha de café, actualmente es endémica en todas las regiones cafetaleras del mundo. En Brasil donde las plantaciones de café casi exclusivamente de las variedades susceptibles a la enfermedad, los brotes ocurren a menudo que causan enormes pérdidas a cultivos sino se realiza el control químico. Después de encontrar la enfermedad en Brasil, en enero de 1970, se recomendaron varias medidas para reducir al mínimo los daños causados por la roya del café Brasileño. Una de las acciones que se deben alcanzar en el largo plazo era obtener variedades portadoras de resistencia genética al hongo *Hemileia vastatrix* Berk. Et Br, el agente causal de la Roya del cafeto (Alves, *et al.* 2010).

c) Genealogía de la variedad Paraíso MG

Esta variedad es el resultado de la hibridación artificial de un café de la variedad IAC Catuai amarillo 30 con la selección de híbrido de timor UFV 445 – 56, se origino a partir de la introducción del Centro de Investigación de la Roya del café – CIFIC 2570. Las semillas fueron recibidas por UFV derivados de la selección realizada en la estación regional de Uige, en Angola, con la ERU expediente 209-15 (Freitas, 2007).

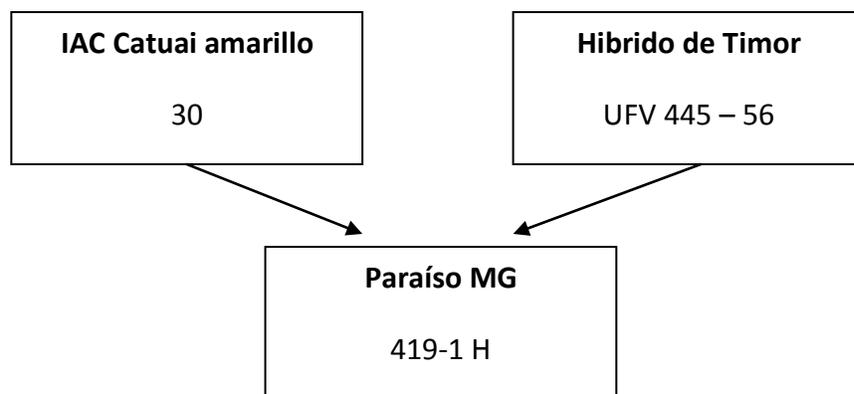


Figura 5. Genealogía de la variedad Paraíso MG

Fuente: Freitas, 2007

2.6 Generalidades y cuidados en el establecimiento de un vivero

2.6.1 Introducción

Dentro de la producción del café existen dos etapas importantes, la de vivero y la de desarrollo de la planta, que da lugar a la producción del fruto de café, el cual es recolectado para su transformación a una de las bebidas más importantes del mundo. Para la producción de viveros, independientemente de la modalidad y método empleado, se deben seguir una serie de recomendaciones y cuidados de carácter general, pero que influyen grandemente en los resultados. A continuación se describirán las de mayores relevancia (Irigoyen, 2000).

2.6.2 Propagación

El cafeto se propaga generalmente usando semillas producto de su autofecundación: es la manera de propagación comúnmente utilizada en nuestro medio. Además, puede propagarse asexualmente por estacas, injertos y mediante el empleo de cultivo de tejido *in vitro* (micro estacas, embriogénesis somática y cultivo de ápices). Esta última técnica de reproducción asexual se realiza a partir de pequeñas secciones de tejidos vegetales (Alvarado y Rojas, 1994).

2.6.3 Selección de la variedad y semilla

Muchas veces la selección de una variedad se hace sin tener en cuenta criterios técnicos y olvidando que las condiciones climáticas y edáficas que juegan un papel importante en la producción. Por otra parte, el caficultor debe conocer las exigencias de la variedad seleccionada a fin de proporcionarle los cuidados que demanda cada una, además de tener identificado de antemano el tipo de suelo, altura, condiciones climáticas, etc. del terreno donde se establecerá el cafetal (Irigoyen, 2000).

La semilla que se utilizará para la producción de las plantas en el semillero deberá ser rigurosamente seleccionada, cuidando principalmente los aspectos de calidad y

preparación para la siembra (Irigoyen, 2000). El primer requisito, quizá el más importante, cuando va a establecerse un almácigo de café o cualquier cultivo, es disponer de semilla bien seleccionada, especialmente en lo relativo a la pureza genética y sanidad, porque de ello depende en gran medida, el éxito de la futura siembra (Alvarado y Rojas, 1994).

2.6.4 Selección del sitio

Según Irigoyen (1997 a), para el establecimiento de un vivero de café este es un punto importante, en el cual se toma en cuenta la disponibilidad y cercanía al agua, así como, por el movimiento en labores diarias, tienen que haber vías de acceso adecuadas y por último, una topografía que no exceda en pendiente al 3%.

2.6.5 Dimensiones del sitio

El arreglo de las bolsas generalmente se realiza en eras o bloques de 6 bolsas de ancho y de un largo que dependerá de la longitud del terreno y/o de la cantidad de plantas a producir. El área de viveros se forma por medio de tramos, los cuales tienen 2.30 a 2.50 m de lado. Entre bloques se deja un espacio para calles de 40 a 50 cm. Los lados o alrededores del vivero se protegen (vara de bambú u otro material), para evitar el ingreso de personas y/o animales que causen daño a las plantas (Irigoyen, 2000).

Según Irigoyen (1997 b), para las dimensiones de viveros en "tubetes" se pueden usar "camas" de metal de 1 m², suspendidas alrededor a 0.5 m del piso y que pueden ser las mismas "camas" que luego se usen para el transporte al campo.

2.6.6 Sombra

La sombra puede ser proporcionada artificialmente a través de una ramada o en forma natural por medio de algunas especies arbóreas. Si la sombra es artificial, para el techo de la ramada, se recomienda utilizar palma de coco, la cual ofrece una buena protección y evita la proliferación de plagas.

Según Irigoyen (2000), la sombra tiene como propósito: evitar quemaduras por los rayos del sol; conservar la humedad; reducir la temperatura del ambiente al interior del vivero y disminuir la incidencia de algunas plagas como *Cercospora*, escamas, etc.

2.6.7 Medios usados en la producción de plantas de vivero

Para la germinación de la semilla y el enraizamiento de estacas se utilizan diversas mezclas. Para obtener buenos resultados se necesita que el medio reúna las características siguientes:

- Ser lo suficientemente denso para mantener erectas las estacas o plantas de semilla durante el enraizamiento o la germinación. Su volumen debe mantenerse bastante constante, seco o mojado, pues resulta inconveniente que se contraiga demasiado al secarse.
- Retener la suficiente humedad para no tener que regarlo con demasiada frecuencia.
- Ser lo suficientemente poroso para que escurra el agua excesiva, permitiendo una aeración adecuada.
- Estar libre de semillas de malezas, nematodos y diversos patógenos (Hartmann y Kester, 1997).

a) Suelo

Un suelo está formado por materiales sólidos, líquidos y gaseosos. Para un crecimiento satisfactorio de la planta, estos materiales deben estar presentes en las proporciones adecuadas (Hartmann y Kester, 1997). Según estos mismos autores, un factor importante en el suelo es el tamaño de sus partículas, que se encuentran en la naturaleza desde muy pequeñas como arcilla, la cual es donde se adsorben los nutrientes que luego son extraídos por las plantas. También se encuentran dentro de estas partículas las de arena que sirven principalmente para dar aeración al medio. Normalmente se usa un suelo cercano a la textura franca como parte de una mezcla.

b) Arena

La arena de cuarzo, que está formada en su mayor parte por un complejo de sílice, es la que en general se usa para fines de propagación. La arena es el más pesado de los materiales que se utilizan como medio de crecimiento, pesando alrededor de 1290 kg/m³. De preferencia debe ser fumigada o tratada con calor antes de usarla, ya que contiene nutrientes minerales y capacidad de amortiguamiento químico y por ello si no se fumiga, por lo menos debe lavarse antes de su uso en combinación con materiales orgánicos y/o suelo de buenas características (Hartmann y Kester, 1997). Cuando se mezcla con un suelo debe ir entre 33 y 50% de arena dependiendo de lo pesado que sea el suelo (a más pesado más arena) y de si se va a incluir o no materia orgánica descompuesta (FAO, 1998).

c) Estiércol

Teuscher y Adler, (1987) citados por Chávez (1993), indican que cuando el estiércol ha estado almacenado convenientemente y muestra fermentación parcial, es equivalente al humus en su forma excepcionalmente activa. El humus tiene la propiedad de absorber los fertilizantes inorgánicos solubles, reteniéndolos en forma aprovechable e impidiendo que se pierdan por lavado; si hay estiércol en una mezcla, el nitrógeno del fertilizante aplicado será más efectivo y económico, esta es una de las ganancias más notables derivadas de la aplicación de estiércol. El estiércol mejora la retentividad del agua y nutrimentos a la vez que afloja los suelos pesados y da porosidad a la mezcla.

2.6.8 Preparación del sustrato

Según Irigoyen (1997 a) debe prepararse con los cuidados siguientes:

- Utilizar suelo franco, suelto y libre de raíces, piedras y cualquier material extraño.
- Incorporar materia orgánica completamente descompuesta como estiércol o pulpa de café.

- La proporción será de 2/3 de suelo (67%) más 1/3 de materia orgánica con la mitad de material orgánico grueso (hojarasca, o "mantillo" de cafetal).
- En algunos casos cuando el suelo es muy pesados se le puede agregar hasta 1/3 de arena por volumen.

2.6.9 Llenado de bolsas y tubetes

Según Irigoyen (2000), el adecuado llenado de las bolsas va a dar un mejor crecimiento de la planta y es por esto que se debe tener cuidado en esta etapa, como en ocasiones se llena la bolsa con un medio sumamente húmedo, esto dificulta mucho el trasplante a la bolsa. Se recomienda un equilibrio de la humedad, ya que medios con muy poca humedad traen como consecuencia la formación de "pisos" en la bolsa lo que al mover la planta, hará que se rompan las raíces, al descender los "pisos".

Según Irigoyen (1997 b), para el llenado de "tubetes" se debe tener en cuenta cuidados como, llenarlos directamente de la era tratada, el sustrato debe estar un poco suelto pero sin polvo y poseer cierta humedad al momento del llenado. En el llenado del "cono" no deben formarse vacíos y el medio tiene que estar al ras del borde superior. Es importante conocer que una persona puede llenar 3000 a 3500 "tubetes" por día, para lo cual usa un poco menos de un m³ de sustrato ya que el m³ rinde entre 5000 y 5500 "conos".

2.6.10 Mantenimiento del vivero

Según Irigoyen (1997 a), las actividades más importantes en el vivero son: combate de malezas, mantener la humedad adecuada, durante la época seca aumentar la sombra de la ramada, fertilizar, realizar revisiones periódicas para detectar cualquier problema fito sanitario o de otra índole y controlarlo oportunamente.

En el caso del vivero en "tubetes", debe tenerse especial cuidado en la fertilización al suelo, ya que podría ocasionar quemaduras si el fertilizante queda adherido al tallo de la planta, por lo tanto deberá enterrarse, lo que generalmente se hace con el mismo riego.

Cuando la planta de vivero en "tubetes" alcance de 4 a 5 pares de hojas, se deben separar los "tubetes", para mejorar la iluminación y por consiguiente el crecimiento de la planta. Hacer revisiones periódicas para detectar la presencia de plagas y realizar el respectivo manejo. Entre los insectos más comunes se encuentran: "gallina ciega" y "piojos blancos", que se evitan con el tratamiento del sustrato. A nivel del follaje son muy pocas las plagas que pueden presentarse, si se observan los cuidados necesarios que son, un adecuado combate de malezas, nutrición y sombreadamiento.

2.7 Formas de producción

2.7.1 Producción a raíz desnuda

2.7.1.1 Condiciones para realizar una producción a raíz desnuda

- a) Personal técnico y administrativo que tenga conocimiento y experiencia en su hechura y manejo.
- b) Personal de campo responsable y con destreza para el manejo, de acuerdo con un programa definido y ajustado a un calendario.
- c) Poner especial atención a la preparación de los cafetos para su trasplante al campo, el vigor vegetativo del tallo, ramas y hojas debe guardar relación con el crecimiento de las raíces. La raíz merece un cuidado especial para el trasplante, mayormente si se aplica la práctica de poda de raíz (Saravia, 1990).

2.7.1.2 Aspectos físicos para realizar una producción a raíz desnuda

- a) La textura debe ser franca; la compactación es un problema serio en almácigos.
- b) El buen drenaje de la almaciguera es de vital importancia.
- c) Los riegos deben programarse para abastecer la almaciguera del agua necesaria, pero evitando la saturación.
- d) La cobertura vegetal, picada sobre el suelo de estos almácigos es una ayuda para lograr lo siguiente:
 - Adecuado control de malezas.
 - Regulación de la temperatura y humedad del suelo.

- Protección de las raíces de los cafetos.

2.7.1.3 Poda de la raíz

La poda de raíces, es una operación fundamental que conviene hacer a los cafetos con dos objetivos, el primero provocar una proliferación y crecimiento acelerado de raíces y uniformar el largo de las raíces (Saravia, 1990).

- a) Regar el almácigo para alcanzar una adecuada humedad a una profundidad de 15 cm.
- b) Introducir una pala recta y angosta en forma sesgada, entrando de 10 a 15 cm de distancia del cuello de la raíz y penetrando de 10 a 15 cm para cortarla.
- c) Esta práctica se hace de dos a tres meses antes del trasplante de los cafetos.

2.7.1.4 Condiciones aceptables de un almácigo

La planta de café debe reunir ciertas características deseables que son de importancia las cuales se detallan a continuación.

- a) Tallo recto, grueso, fuerte y sano.
- b) Numero abundante de hojas.
- c) Que las plantas tengan un buen vigor vegetativo.
- d) El sistema radicular bien distribuido, mostrando la raíz principal y las raíces secundarias un solo anclaje.
- e) El estado del cafeto debe ser sano de buen color libre de daños, tanto la parte aérea como la radicular (Saravia, 1990).

2.7.2 Producción en Bolsa (maceta)

Aspectos que deben tomarse en cuenta.

2.7.2.1 Lugar para hacer el almácigo

Este deberá ser de fácil acceso, protegido del viento, con topografía plana o moderadamente inclinada y suelo con buen drenaje, con disponibilidad de riego y de fácil protección contra vandalismo y daño por animales (Saravia, 1990).

2.7.2.2 La Bolsa (maceta)

De acuerdo con los estudios de ANACAFE y la experiencia en las fincas la bolsa más adecuada es la de polietileno negro, perforada, de 3 milésimas de grosor. Hay variantes debido a extremos en altitud de las fincas, las más bajas por precoces y las más altas por tardías (Saravia, 1990).

2.7.2.3 Ordenamiento de las bolsas y trasplante

Se coloca en hileras dobles con calles de 40 a 50 cm de ancho. Si se tiene preferencia por sembrar dos cafetos por bolsa, conviene colocarlos de la misma dirección que las hileras de las bolsas. Esta debe enterrarse una profundidad que depende de la temperatura y humedad del ambiente y del suelo. Entre más caliente y seco, mayor será la profundidad que debe enterrarse la bolsa. La disponibilidad del riego y la regulación de la sombra permitirán mayor profundidad con ahorro de trabajo y costos. La profundidad, la textura del suelo, y el agua de lluvia o de riego y a la exposición al sol determinará el grado de compactación de las bolsas, lo cual afecta mucho el desarrollo del cafeto, y el suelo debe mantenerse suelto y la bolsa ceder a la presión de los dedos (Saravia, 1990).

El tamaño adecuado para el trasplante es cuando la planta está en la etapa de “fosforito” (tallo con sus hojas cotiledonares, aún encerradas dentro del pergamino). En el trasplante se deben cuidar los aspectos siguientes:

- a) Selección de plántulas sanas y bien formadas.
- b) Evitar la deshidratación.
- c) En la siembra enterrar la plántula, hasta el cuello de la raíz, lo más a pronto posible.

Asignar un encargado específico para dirigir todos los pasos del trasplante. En muchas fincas sumergen las plantas en agua para lavarles el suelo y poder detectar lesiones, manchas y evitar su deshidratación. Esto puede ser negativo cuando hay presencia de “brotes” del mal de talluelo en semilleros, ya que un recipiente con agua contamina y puede diseminar los hongos a gran número de plantitas sanas (Saravia, 1990).

El mismo autor señala que durante el trasplante de las plantitas se debe exponer al aire el menor tiempo posible, por lo que debe trabajarse con cuidado y rapidez, esto se puede lograr tomando secciones del suelo con soldaditos o fosforitos a manera de pilón, con un número adecuado de plantitas para dar los pasos siguientes:

- a) Separación de la plántula de pilón.
- b) Revisión de la raíz.
- c) Poda de la raíz.

Así mismo señala que si el soldadito o fosforito tiene una raíz de 12 cm de largo, conviene cortarle de 4 a cm 5 de la punta. Si se siembra en toda su longitud al apretarla se puede deformar la raíz, afectando el anclaje, crecimiento y desarrollo de la planta. Cuando se corta la punta hay una compensación debido a que se rompe la tendencia (dominancia apical) de la pivotante a profundizar a expensas de su grosor y emite una mayor cantidad de raíces laterales, hay que poner cuidado en que el “fosforito” quede sembrado con el cuello de la raíz a ras del suelo, para evitar problemas de enfermedades y desordenes de crecimiento.

2.7.2.4 Sombra

Dependiendo de las condiciones de la finca, se puede utilizar sombra viva o muerta. Las especies a usar como sombra viva deben ser de rápido crecimiento, fácil de manejar y que permitan una penetración uniforme de la luz. Conviene sembrar las semillas de sombra viva en filas paralelas a las bolsas, intercaladas cada 1 o 2 hileras, según el follaje y la densidad de sombra deseada. Estas deben sembrarse 5 o 6 semanas antes del trasplante de las plántulas a la bolsa. En fincas

de zonas altas, húmedas y con frecuencia de días nublados es recomendable reducir a un mínimo la sombra en los almácigos.

Las especies anuales y bianuales, deben sembrarse en hilera continúa y cuando alcancen el tamaño conveniente para sombra “entresacarlas”, dejando de 4 a 5 plantas por metro, lo que se arranca debe picarse para que quede como cobertura en el propio lugar. En zonas donde se carece de agua de riego y la época seca prolongada (hasta seis meses) se recomienda que la sombra provenga de enramadas o tapescos que se preparan con madera y ramas de plantas, propias de la región. Para conservar una mejor humedad del suelo, es conveniente en estos casos proteger las plántulas de los vientos (Saravia, 1990).

2.7.2.5 Riego

La época más adecuada para establecer los almácigos es al inicio de la época de lluvias; para la mayoría de las regiones, a partir de septiembre, aunque esto tiene mucho que ver con la edad, tamaño y época en que se desea trasplantar al campo definitivo. El agua es de vital importancia, la de lluvia se complementa con el riego, en los días secos de invierno, así mismo durante todo el verano. Se recomienda la supervisión del riego, para que haga en forma correcta. Cualquiera que sea el equipo y el sistema, debe ponerse especial atención en la penetración adecuada en el suelo de las bolsas. La frecuencia depende del suelo y del ambiente, se debe tener cuidado con la compactación de las bolsas (Saravia, 1990).

2.7.2.6 Programa fitosanitario

La protección fitosanitaria es de importancia para la producción de plantas de café vigorosa y sana, dependiendo de las zonas, así será la influencia de patógenos, que provoquen enfermedades. Se presenta un programa fitosanitario, a manera de guía, puede tener variaciones en las distintas regiones del país. La aplicación de agroquímicos debe iniciarse en la etapa de fosforito, para evitar problemas de mal de talluelo (Saravia, 1990).

De igual manera señala que es importante realizar una rotación de los productos, para evitar el desarrollo de las resistencias de las plagas a los mismos, así como dejar intervalos mínimos de 20 días entre las aplicaciones de fungicidas.

2.7.2.7 Control de malezas

El control de malezas puede realizarse en forma manual o química. El uso de herbicidas pre-emergentes, como alacloro y oxyfluorfen, es efectivo aunque delicado. Se debe tener un control en la aplicación de herbicidas, debido a que se puede provocar fitotoxicidad en la planta, lo cual se puede observar fácilmente por acolchamiento en el follaje, así como deformaciones en la raíz, es conveniente revisar periódicamente para ver el desarrollo de las plantas, principalmente en el área de nuevo crecimiento. Para disminuir la incidencia de las malezas, se puede utilizar un valioso recurso para el control de malezas, como el uso de cobertura en las calles entre hileras, y utilizar cascabillo (pergamino) de café, arena blanca, sobre el suelo de la bolsa (Saravia, 1990).

2.7.3 Producción en Tubetes

2.7.3.1 Pasos para construir un vivero utilizando tubetes

a) Construcción de Ramada

El propósito de construir una ramada es proporcionar sombra y mantener una apropiada humedad relativa apropiada dentro del vivero. Se construye con materiales como bambú, concreto, metal o madera; lo importante es que debe tener cubierta de plástico transparente para permitir el paso de luz. La relación luz-sombra que se debe respetar es del 50% para ambos y será regulada con varas de bambú, palma de coco, sarán u otro material apropiado. El tubete debe estar suspendido en una estructura plana, que forme una cuadrícula, ya sea una cama o estante. Estos estantes son mesas de 0.50 m de altura y una superficie de 1 a 1.25 m, contruidos con materiales variados, siendo más recomendables el metal, por ofrecer mejores condiciones y durabilidad (PROCAFE, 1998).

Los materiales factibles de utilizar son angular de 3/4 x 1/8 pulgadas para el marco de la mesa, la superficie es una cuadrícula de 5.5 cm por lado elaborada con alambre, las partes que sostienen la mesa son de varilla de hierro de ½ pulgada de diámetro, reforzadas con travesaños unidos al marco de la cama.

En cada esquina de marco se instala un caño galvanizado de 10cm. de largo y de ½ pulgada. En ellos se acoplaron las cuatro patas de la otra cama al momento de estibarlos para el transporte. Las camas de 1 m tienen capacidad de 256 cuadrículas y la de 1.25 m, 320 aproximadamente, la ventaja de estas estructuras de metal es que pueden usarse tanto en el proceso de producción como el transporte (PROCAFE, 1998).

b) Lugar de llenado , Condiciones del Sustrato y como hacer el llenado

El llenado se puede realizar sobre una mesa, la cual deberá estar desinfectada por Formalina al 10%. Las camas metálicas prestan mucha utilidad, para colocar en ellas el tubete lleno. Una vez estén colocados los tubetes en ellas, se pueden ir estibando, para que posteriormente se acarreen al sitio del vivero. El sustrato debe poseer aproximadamente un 50% de humedad al momento del llenado, esta humedad se puede ocultar observando que el sustrato este húmedo; además que se mantenga suelto, pero que no origine polvo cuando se trabaje con él (PROCAFE, 2005).

El llenado se realiza presionando el suelo hasta el fondo del cono, apelmazar dando pequeños golpes en la parte inferior contra la mesa o pequeña piedra, en donde se está haciendo el llenado, con esto se evita la formación de vacíos. El sustrato debe quedar al nivel de la abertura superior del cono. La persona que efectúe el llenado debe lavar sus manos con suficiente agua y jabón o con Alcohol de 90 grados con un metro cúbico de sustrato se pueden llenar aproximadamente 5,000 a 5,500 tubetes y en un jornal se pueden llenar 3,500 (un día hombre) (PROCAFE, 2005).

c) Colocado de los tubetes

Los conos o tubetes deben colocarse en cada orificio de la cuadrícula de metal que forma las camas, inicialmente en forma continua hasta el crecimiento de la planta cuando llegue a los 6 pares de hojas, a fin de que se aproveche el agua de riego, espacio, etc. A partir del quinto par de hojas deben separarse dejando en toda dirección de cada tubete, una cuadrícula de por medio sin tubetes y dejarlos así hasta que las plantillas alcancen el tamaño de siembra (PROCAFE, 2005).

d) Época para hacer el vivero y sembrar la semilla

La preparación de los viveros debe hacerse en la segunda quincena de octubre para que a más tardar en la primera quincena de noviembre se pueda sembrar la semilla. La siembra del vivero se hace directa, colocando 2 semillas en cada cono, en hoyos separados uno del otro 1.0 cm y a 1.5 cm de profundidad, debiendo cubrir con sustrato del mismo cono haciendo una ligera presión para no dejar bolsas de aire entre el sustrato y la semilla (PROCAFE, 1998).

Así también señala que otras alternativas son utilizar “fosforito” también puede usar “mariposa” propiamente dicha, ya que en estos dos estadios presentan raíz relativamente corta, para facilitar la siembra.

e) Riego

El riego debe hacerse a diario usando gota fina, para evitar que caiga con fuerza, erosione el sustrato y descubra las semillas. Es importante mantener la humedad sin llegar al encharcamiento del suelo del cono. Si no se cuenta con riego de aspersión (micro aspersión), que sería lo más adecuado, puede utilizarse equipo aspersor manual con poca presión y gota fina (bomba aspersora manual) (PROCAFE, 2005).

f) Fertilización

Realizar cuatro fertilizaciones; dos con fórmula 15-15-15, colocando 1 gr por planta, la primera a los 90 y la segunda a los 115 días, después de la siembra de la semilla y dos nitrogenadas con Urea 46% N, a los 140 y 165 días después de sembrada la semilla, a razón de 0.5 gramos por planta. El fertilizante se coloca haciendo tres agujeros de 1.5 cm de profundidad, alrededor de la plantita y cerca de las paredes del tubete. Complementar la nutrición al suelo con tres fertilizaciones foliares usando multimineral quelatizado en dosis de 12 cc por galón de agua, a los 90, 150 y 200 días después de sembrada la semilla (PROCAFE, 1998).

g) Eliminación de malezas

Supervisar constantemente la aparición de malezas. Si estas se emergen, pueden ser eliminadas manualmente cuando presentan poco crecimiento, o bien se puede escardar el sustrato, lo cual también ayuda a la aireación del suelo contenido en el tubete, en caso que se presente compactación de la superficie del sustrato. Si los conos maceteros han perdido sustrato, es necesario reponerlo calzado, pero teniendo en cuenta que debe hacerse con suelo tratado, para evitar reinfestación de la siembra. Una forma de contar con el suelo adecuado para reponer en los tubetes que lo necesiten, es desinfectar un mayor volumen del necesario y almacenar en recipientes herméticamente cerrados para mantenerlo libre de plagas, durante el tiempo que dure el vivero (PROCAFE, 2005).

h) Control fitosanitario

Como medida preventiva para evitar el apareamiento de enfermedades, la planta debe mantenerse nutrida con una fertilización adecuada y una sombra bien regulada. La supervisión constante y rigurosa, permitirá detectar en forma oportuna el apareamiento de plagas, las cuales por utilizar suelo tratado no deberían presentarse; sin embargo, en forma preventiva, se pueden hacer aplicaciones con Rizolex 10 gramos por galón, iniciando la primera aplicación cuando la planta se

encuentra en estado de “fosforito” y repetir a los 20 y 45 días después de la primera (PROCAFE, 1998).

i) Trasplante al Campo definitivo

La edad apropiada para la siembra en el campo, será cuando la plantita haya alcanzando un promedio de 18 a 22 cm de alto, aproximadamente 8 a 9 “nudos” que corresponden a cada par de hojas, incluyendo la cotiledonal. Esto se logra de los 7 a 8 meses después de la siembra directa de la semilla. Como regla general, el terreno debe estar limpio, libre de malezas y obstáculos que limiten el trazo y estaquillado del ahoyado para la siembra, estas labores realizadas con la debida anticipación (PROCAFE, 1998).

j) Transporte

Para transportar el vivero al lugar de la siembra se usan las mismas estructuras metálicas superpuestas o estibadas en 2 a 3 unidades cada una, con los tubetes colocados en forma continua hasta llenar toda la cuadrícula de la cama metálica. Internamente en la finca, pueden acarrearlos los tubetes en los canastos que se utilizan para el corte de café, en estos caven aproximadamente 50 conos por canasto (PROCAFE, 1998).

k) Siembra

Para la siembra, el hoyo debe estar abonado, semi compacto y al nivel del suelo. Realizar al centro del hoyo un agujero de 20 cm de profundidad, con la ayuda de una macana de madera de 8 cm de diámetro con punta achatada (PROCAFE, 1998).

l) Cuidados de la Siembra

Dentro de los cuidados tenemos:

- Al momento de sacar, no golpear muy fuerte el tubete ya que podría romperse.

- Colocar el fertilizante procurando que no quede en contacto directo con el sistema radicular.
- Apisonar bien la tierra, para evitar que queden bolsas de aire.
- Cuidar que la planta quede al mismo nivel que tenía en el tubete.
- Realizar las obras de conservación de suelos necesarias, como; terraza individual o continua, acequias, barreras vivas, etc. (PROCAFE, 1998).

m) Mantenimiento

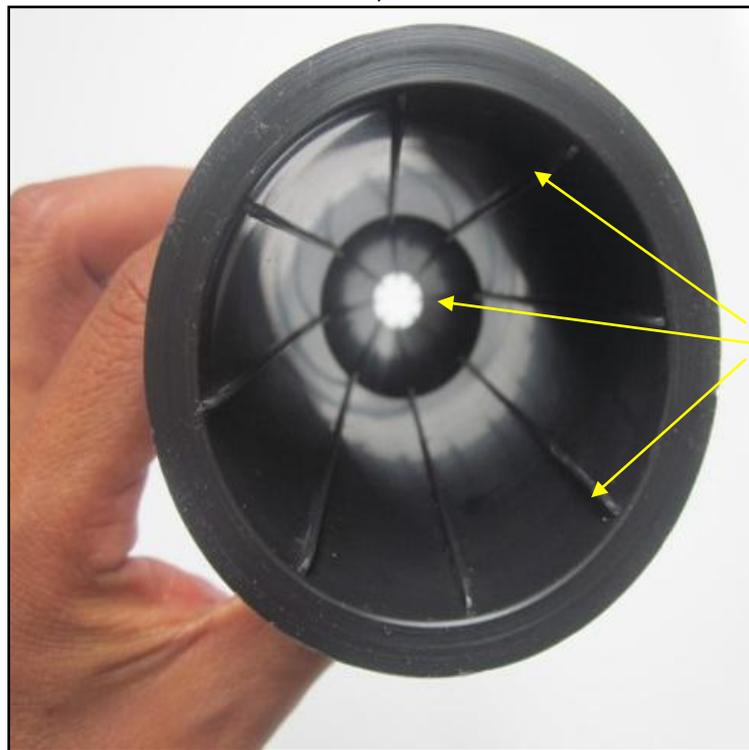
Las plantas sembradas en el campo, producidas en viveros usando tubetes, reciben cuidados similares a los que se realizan en una siembra tradicional con relación a la cantidad, dosis y épocas de realizar la fertilización, limpias, manejo de la sombra temporal, semi permanente, permanente, así como el combate oportuno de plagas y enfermedades (PROCAFE, 1998).

n) Ventajas del tubete

- Aumenta la eficiencia de la mano de obra en las labores de llenado de los tubetes, siembra, riego, y por estar concentrado en poco espacio el vivero, facilita su supervisión.
- Reduce la cantidad de insumos (fertilizantes, insecticidas, etc.).
- Se puede producir viveros asépticos, pues que el tubete (plantía) queda suspendida sin contacto con el suelo (no hay contaminación).
- Reduce contaminación en el campo, ya que no quedan residuos de bolsas plásticas en el suelo, además de que no se llevan plantas contaminadas con nematodos.
- El área necesaria para los viveros en tubetes es menor que para vivero en bolsa.
- La inversión en la compra de tubete se ve justificada con la oportunidad de usarlo por lo menos 15 años, en cambio la bolsa tradicional debe botarse cada vez que se use dañando el medio ambiente (Veliz, 1999)



Figura 6. Dimensión y forma de los tubetes
 Fuente: Almeida, 2010



Estrías pronunciadas hasta el ras de la base del tubete, para facilitar la orientación de las raíces desde el inicio de su formación hasta la parte inferior, para lograr una poda natural y uniforme de raíces (Almeida, 2010)

Figura 7. Estrías características de los tubetes
 Fuente: Almeida, 2010



La raíz es obligada a ir en dirección vertical evitando el enrollamiento de raíces

Figura 8. Dirección de las raíces utilizando tubete
Fuente: Almeida, 2010



Figura 9. Camas de suspensión para tubetes
Fuente: Blandon, 2008



Figura10. Producción de café en tubetes
Fuente: Foro Cafetero, 2006

3. LOCALIZACION

3.1 Ubicación Geográfica

El presente estudio se realizará en la zona de Alto Beni, en la Estación Experimental de Sapecho se encuentra ubicada en la provincia Sud Yungas a 2 km, de la localidad de Sapecho a los 15° 32` 54.4” Latitud Sur y 67° 19` 47.8” Longitud, Oeste, a 260 km. de la ciudad de La Paz a una altitud de 450 m.s.n.m., incluye la cuarta sección Municipal de Palos Blancos que se divide en siete áreas y 17 localidades, se encuentra entre los 350 y los 1.450 m.s.n.m. El clima es cálido y húmedo, con amplias variaciones estacionales. La temperatura promedio mensual varía desde 10,9 ° C (Julio y Agosto) época de heladas o surazos hasta 25,7 ° C (Enero – Febrero). El periodo seco entre Julio y Noviembre, la humedad relativa promedio es del 78 % y el brillo solar promedio de 4,74 horas /día (Elbers, 1991 y 1994).

3.2 Ubicación cartográfica

La provincia Sud Yungas, se encuentra ubicado al Nor-Este del departamento de La Paz entre los valle subandinos en la región de la Amazonía, sector conocido como la faja de los Yungas Alto en el Departamento de La Paz. Forma parte de la cordillera Oriental o Real que corta Bolivia desde el noreste hasta el sudeste

3.3 Características climáticas

Según la Superintendencia Agraria (SI-A, 2001), la región del Alto Beni es una zona de transición climática de una región ecuatorial con lluvias de verano, se trata de un clima cálido con 12 meses de temperaturas mayores a 18°C y un mes por lo menos con precipitación inferiores a 60 mm. La situación latitudinal y altitudinal del Alto Beni, determina que el clima sea cálido y húmedo. Sin embargo las variaciones bruscas de topografía influyen en un patrón de distribución característico fundamentalmente de las precipitaciones de acuerdo de la clasificación de zonas de vida, particularmente Sapecho corresponde al bosque húmedo Subtropical (BH-ST). La temperatura media

anual es de 24.9°C y una precipitación anual de 1584 mm, con humedad relativa promedio de 75% (CUMAT – COTESU, 1985).

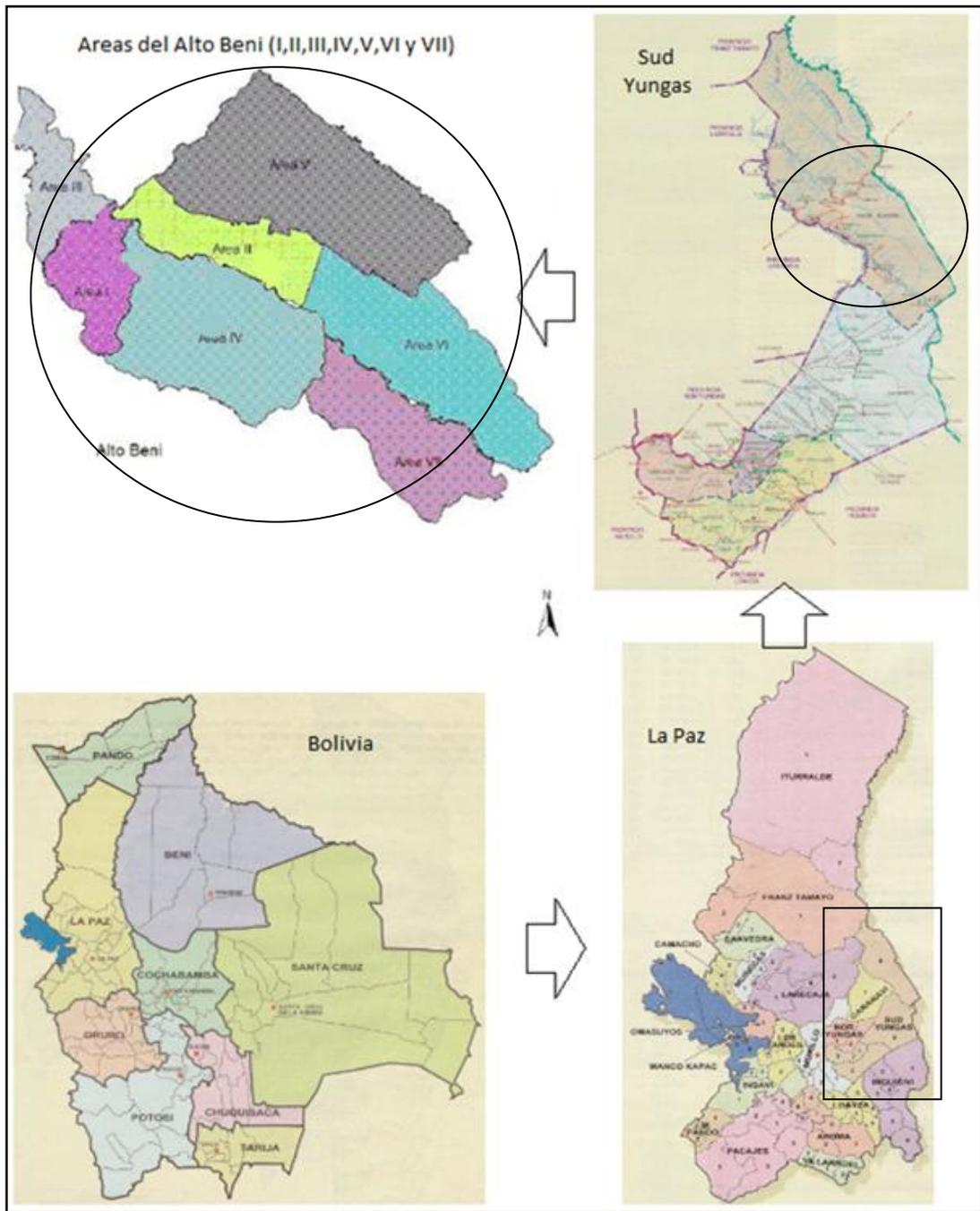


Figura 11. Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Sapecho
Fuente: Atlas estadístico de Municipios de Bolivia (2000)

3.4 Fisiografía

Las características de la zona por la gran unidad fisiográfica de la cordillera y valles del subandino, conformado por serranías y colinas paralelas entre sí donde se distinguen llanuras; esta llanura es de naturaleza aluvial comprende tres terrazas, la antigua, la subreciente, y la reciente. La parcela experimental se ubica en la terraza subreciente situada casi al nivel del río Alto Beni y limita con la parte inferior de la terraza antigua (Beck, 1991).

El Alto Beni está constituido por un valle profundo con una altitud que fluctúa entre 80 y 450 msnm. Por la profundidad del valle corre el río Alto Beni (Figura 3) de sur a norte con numerosos afluentes. A la conclusión del valle nacen las sierras montañosas de Marimonos al este y la serranía de Bella Vista al oeste, con alturas que sobrepasan los 3000 msnm, de manera que la profundidad del valle por una influencia geográfica constituye un microclima con altas temperaturas y precipitaciones que dan origen a un clima tropical semi-húmedo (CUMAT – COTESU, 1985).

3.5 Viento

La velocidad del viento generalmente no supera dos o tres grados de la escala de Beaufour. Durante el invierno ocurren vientos que trasladan masas de aire frío provenientes del polo sur, que provoca bajas abruptas de temperatura hasta más de 4,5 a 10°C. Estos vientos son llamados “surazos”. Los vientos durante los meses de septiembre a abril son de dirección sudeste mientras los vientos de época seca son vientos del sur que traen más aire más polar proveniente de anticiclones antárticos (surazos). La duración de los surazos es variable y la temperatura, media oscila entre 12°C y 18°C (CUMAT – COTESU, 1985).

3.6 Suelo

Los suelos de las terrazas subreciente son de origen aluvial, textura que va desde franco arcillosa a franco areno limosa, y profundos de pendiente suave libre de pedregocidad, con fertilidad a moderada a buena, pH entre moderadamente ácido a neutro. Los suelos de la zona del Alto Beni corresponden a la formación terciaria de

areniscas rojas y arcillas con concreciones calcáreas. Las colinas y serranías del área de estudio están formados de rocas sedimentarias que causa de la interpretación y transporte anteriores a la orogénesis, los contenidos elevados de humus en suelos de bosque primario, son producto de la acumulación de materia orgánica proveniente de la vegetación natural, proceso de muchos años. Con la tala y quema de bosque y labores agrícolas inadecuadas los niveles de humus y fertilidad disminuyen rápidamente por la acelerada mineralización a causa de los cambios del microclima edáfico y condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Villca, 1996).

Así mismo afirma que el Alto-Beni presenta suelos del tipo aluvial, de textura franco arcilloso arenoso, con un pH ligeramente ácido de 5,5 a neutro. Este suelo posee, textura mediana sobre el subsuelo más pesado de color rojizo, con una buena fertilidad de suelo. Los lugares escarpados son generalmente de poca profundidad y se erosionan fácilmente. El drenaje deficiente del suelo es uno de los factores limitantes para el uso agrícola de más del 40% de estas tierras.

3.7 Vegetación y fauna

Existe en la región diversidad de especies vegetales desde árboles, arbustos, herbáceos, etc. En el siguiente cuadro se muestra los cultivos de mayor importancia, (IBTA, 1996). Se practica una agricultura muy variada con cultivos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cultivos de mayor importancia en la zona de Alto Beni

Nombre común	Nombre científico
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>
Cítricos	<i>Citrus sp.</i>
Café	<i>Coffea arabica</i>
Bananos y Plátanos	<i>Musa sp.</i>
Arroz	<i>Oriza sativa</i>
Yuca	<i>Manihot utilisima</i>
Frejol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Achiote	<i>Bixa orellana</i>

Fuente: Elaboración en base (IBTA, 1996)

Además la zona presenta alternativas de producción forestal como protección de bosque y la producción de madera. La vegetación que cubre los suelos: Ambaibo

(*Cecropia leucocoma*), Motacú (*Schelea princeps*), Bálsamo (*Calophyllum brasiliense*), Palo santo (*Triplaris caracasana*), etc., (Callisaya, R. 1985).

En cuanto a la fauna la región conserva la diversidad de especies como animales cuadrúpedos, insectos, arácnidos, anfibios y reptiles, etc., (IBTA, 1996).



Figura 12. Vista satelital de la estación Experimental de Sapecho Alto Beni

Fuente: Imagen Satelital vía red, 2012

4 MATERIALES Y METODOS

4.1 Material vegetal

El material vegetal utilizado en el presente trabajo de investigación está constituido por dos variedades mejoradas de café (*Coffea arabica* L.), donde la variedad IA PAR – 59, fue introducidas por el CEPAC en Santa Cruz desde el Brasil y la variedad Paraíso MG se introdujo a Caranavi como material de prueba al ISTAIC.

4.2 Material de campo

Para llevar adelante el presente trabajo se emplearon los siguientes materiales: Etiquetas de identificación, Brújula, Cámara fotográfica, Flexómetro, Vernier, Pala, Picota, Azadón, Balde, Tijera, Machete, Estacas, Cordel, Clavos, Fierro angular, Maquina para soldar, Electrodo, Tubetes, Bolsas plásticas entre otros.

4.3 Material de Laboratorio

Dentro de los materiales de laboratorio utilizados en la presente investigación se encuentran una Balanza analítica, Cajas petri, Agua destilada, Pinzas, Lupa, Papel filtro, mufla, entre otros.

4.4 Material de Gabinete

Para llevar a cabo este trabajo se utilizo materiales de escritorio, Material de dibujo, Equipo de computación, Flash memori entre otros.

4.5 Metodología

4.5.1 Procedimiento

Para el estudio este se dividió en tres fases; la primera corresponde a la determinación del comportamiento germinativo de las dos especies de café. La segunda corresponde a la determinación del efecto de los diferentes tratamientos aplicados a las dos variedades de café, para esto se uso un diseño experimental y la tercera realiza el análisis económico para las tres formas de producción.

4.5.1.1 Primera fase

Para la determinación del componente germinativo se usaron semillas de ambas variedades de café como ser IA PAR-59 y Paraíso MG, colocando las mismas en cajas petri de acuerdo a una serie de pasos detallados más adelante en la sección de variables de respuesta.

4.5.1.2 Segunda fase

Esta comprende un conjunto de fases sucesivas ligado a la aplicación de los tratamientos sobre ambas variedades de café y se detallan a continuación.

a) Armado de las almacigueras

Se armaron 10 almacigueras tradicionales para la producción a raíz desnuda y se realizaron 5 repeticiones por cada tratamiento llegando a elaborar 10 almacigueras pequeñas de 0.50 x 0.50 m, para la elaboración de las mismas se utilizaron materiales como ser charros, alambre, malla saram, entre otros.

b) Armado de las estructuras de soporte para los Tubetes

Para la producción en Tubetes se elaboraron 10 estructuras de soporte, del mismo modo que para las almacigueras tradicionales o a raíz desnuda se necesitaban en 2 de los 6 tratamientos teniendo en cuenta 5 repeticiones, llegamos a tener 10 soportes para tener las almacigueras en Tubetes de 0.34 x 0.34 m.

c) Preparación del sustrato

El sustrato que se utilizó fue el que se utiliza normalmente en la Estación Experimental de Sapecho para la producción de plantines de café que sigue la siguiente relación 7:1:1:1; 7 partes de tierra de monte, 1 parte de arena, 1 parte de aserrín descompuesto y 1 parte de gallinaza, se mezclaron muy bien y se realizó la desinfección con formol y dejando una semana para que haga efecto.

d) Siembra en almaciguera común y repique a los diferentes tratamientos

Las semillas usadas para las tres formas de producción fueron almacigadas, todas al mismo tiempo en un solo almacigo, para cada variedad, luego recién en estado de fosforito o chapola se hizo el repique para la producción a raíz desnuda, bolsa o maceta y tubete.

e) Cuidados culturales

- **Semisombra:** El trabajo de investigación se realizó en el vivero de la Estación Experimental de Sapecho, la cual cuenta con una semi sombra proporcionada por una malla saram de 50%
- **Deshierbes:** el primer deshierbe se lo realizó cuando los plantines poseían un par de hojas verdaderas a fin de no dañar el plantín y luego se lo realizó cada dos semanas acompañada con el riego.
- **Riego:** Fue de suma importancia durante todo el proceso de almacigo con el fin de mantener el sustrato a capacidad de campo; para reconocer presentaba la humedad suficiente se tomó un puñado de sustrato y se procedió a presionarlo, considerando que si mojaba la mano pero no chorrea agua estaba a capacidad de campo, pero si no mojaba lo suficiente la palma de la mano, se asumía que faltaba humedad y se procedía a regar.

4.5.1.3 Tercera fase

En esta fase se procedió a realizar el análisis económico de las tres formas de producción para saber cual forma de producción nos otorga una relación beneficio costo mayor.

4.5.2 Diseño experimental

En el experimento se considero la combinación de dos factores; variedades de café y formas de producción, el diseño que se utilizo fue el diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3 bifactorial (DCA) con dos factores (2 variedades de café y 3 formas de producción), donde las condiciones del experimento fueron relativamente homogéneas, con 6 tratamientos y cinco repeticiones (Loma, 1980).

Factor A: Variedades de café

a1: Variedad Paraíso MG

a2: Variedad IA PAR-59

Factor B: Formas de producción

b1: Producción a raíz desnuda

b2: Producción en bolsas

b3: Producción en Tubetes

4.5.2.1 Tratamientos

El estudio considero los efectos de seis tratamientos

Cuadro 4. Tratamientos, combinaciones de factores y descripción de factores

Tratamiento	Combinación de factores a*b	Descripción de los niveles del factor A con el factor B
T1	a1 b1	Variedad Paraíso MG producida a raíz desnuda
T2	a1 b2	Variedad Paraíso MG producida en bolsas
T3	a1 b3	Variedad Paraíso MG producida en tubetes
T4	a2 b1	Variedad IA PAR-59 producida a raíz desnuda
T5	a2 b2	Variedad IA PAR-59 producida en bolsas
T6	a2 b3	Variedad IA PAR-59 producida en tubetes

4.5.2.2 Modelo lineal aditivo

El modelo lineal aditivo que se utilizó fue el siguiente (Loma, 1980).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \Phi_k + x\Phi_{jk} + \epsilon\epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Cualquier observación

μ = Media general

α_i = Efecto del j – esimo factor “A” variedades de café

Φ_k = Efecto del k – esimo factor “B” formas de producción

$x\Phi_{jk}$ = Interacción

$\epsilon\epsilon_{ijk}$ = Error experimental

4.5.2.3 Croquis experimental

El croquis del experimento se detalla a continuación:

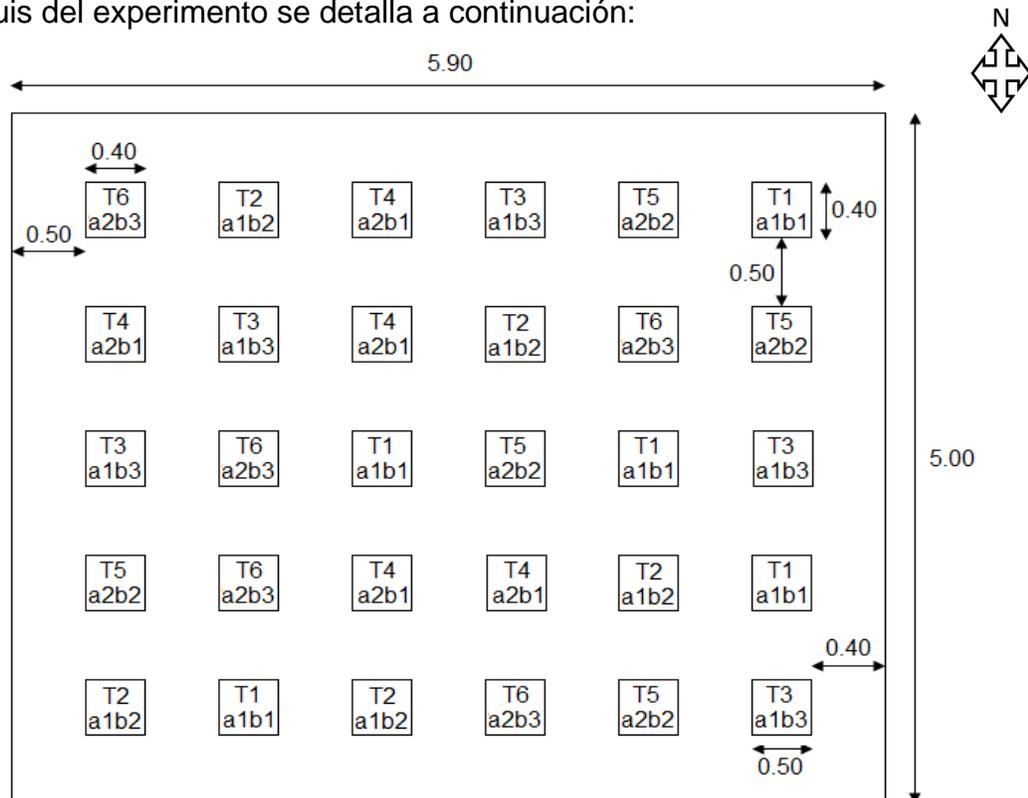


Figura 13. Croquis del experimento

4.5.2.4 Características del área experimental

Las características del área experimental se detallan en el siguiente cuadro

Cuadro 5. Características del área experimental

Detalle	Valor
Área total del experimento	29.5 m ²
Numero de tratamientos	6
Número de repeticiones	5
Total de unidades experimentales	30
Ancho de pasillos	0.50 m
Número de plantas por unidad experimental	25
Ancho de pasillos perimetrales	0.50

4.5.3 Variables de respuesta

4.5.3.1 Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se evaluó de desde el día 10 después de la siembra. La germinación del café es del tipo epigea donde los cotiledones son elevados fuera de la tierra es decir cuando la elongación del hipocotilo eleva los cotiledones sobre la superficie del suelo ver (Figura 14).

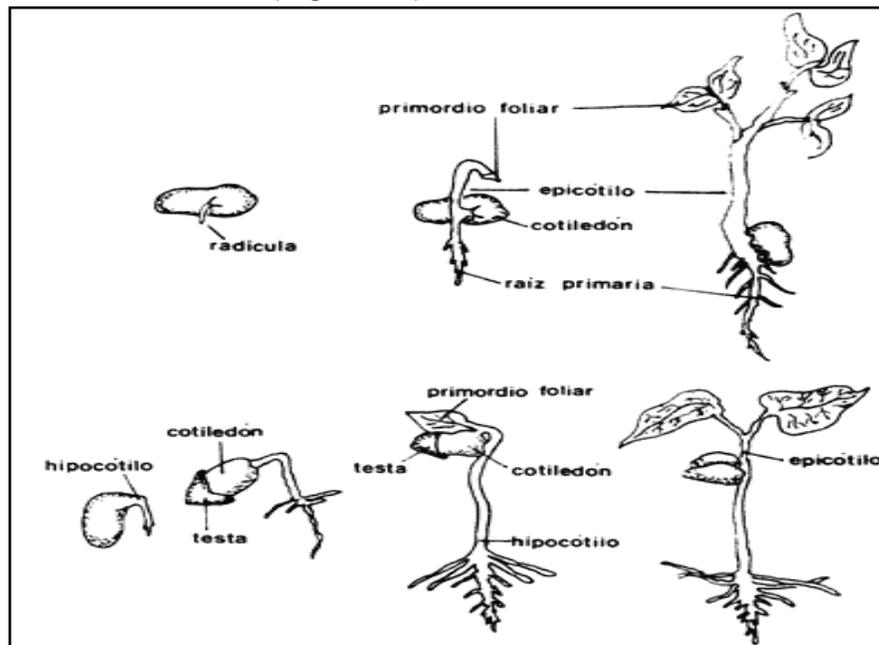
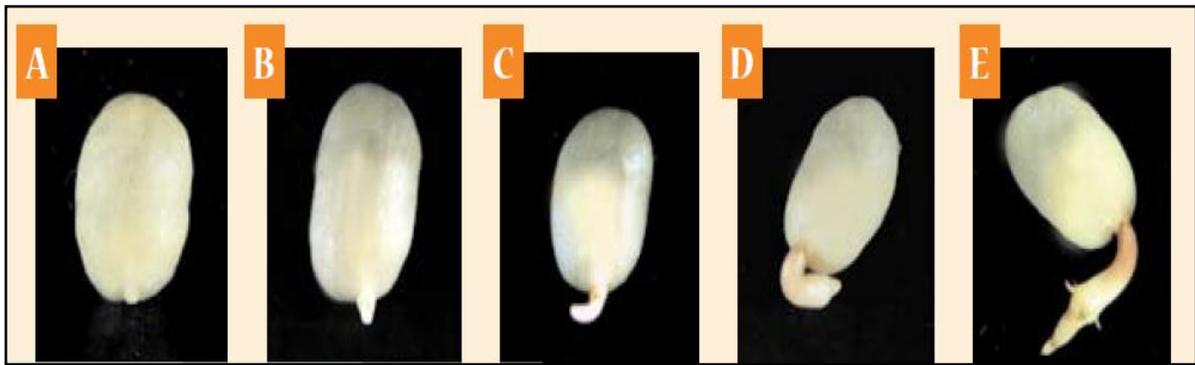


Figura 14. Desarrollo inicial de la semilla de café

Fuente: CENICAFE, 1998

La evaluación se la realizo hasta los 60 días después de la siembra. Antes de sembrar las semillas fueron sumergidas en agua durante 48 horas. El riego se realizo durante la germinación día por medio utilizando un gotero de 5 ml y la relación de 4 gotas aproximadamente por unidad.

La variable a medir fue la relación que sigue el número de semillas germinadas sobre el total de semillas utilizadas expresadas en porcentaje en la fase de engrosamiento de la radícula (figura 15).



A) Imbibición e hinchamiento, B) Brotación, C) Curvatura geotrópica, D) Engrosamiento de la radícula, E) Elongación de la radícula y Formación de raíces laterales

Figura 15. Cambios tempranos de la semilla de café durante su germinación

Fuente: PROCAFE, 2005

Para llegar a los resultados, se utilizo la siguiente relación::

$$PG (\%) = \frac{NSG}{TSU} \times 100$$

Donde:

PG = Porcentaje de germinación (%)

NSG = Número de semillas germinadas

TSU = Total de semillas utilizadas

4.5.3.2 Altura de las plantas

Esta variable se comenzó a medir 45 días después del repique a las unidades experimentales, cuando las plantas tenían su primer par de hojas verdaderas. Las mediciones se realizaron cada 15 días con una regla graduada desde el nivel del sustrato hasta el ápice.

4.5.3.3 Diámetro del tallo

El diámetro del tallo fue medido a partir de 4 días después del repique a las unidades experimentales, esta variable se midió cada 15 días usando un calibrador (Vernier), y se hizo a 1.0 cm de alto de la base del sustrato.

4.5.3.4 Pares de hojas verdaderas

Esta variable fue medida a partir de 45 días después del repique a las unidades experimentales, debido a que antes las plántulas tenían hojas cotiledonares. Se hizo un conteo cada 15 días de todas las hojas, sin tomar en cuenta las hojas cotiledonares.

4.5.3.5 Peso seco de la parte aérea de la planta

Esta medición se realizó al final del ensayo, se tomaron 5 plantas por tratamiento, se embolsaron y se llevaron al laboratorio de química de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés y se procedió a separar la parte aérea de la parte radicular se secaron las muestras en una mufla a 105 °C durante 24 horas.

4.5.3.6 Peso seco de la raíz de la planta

Se usaron 5 plantas por tratamiento, fueron las mismas que las que usamos para determinar el peso seco de la parte aérea de la planta y el procedimiento fue el mismo con la diferencia que utilizamos la parte radicular de las muestras y las secamos en la mufla de igual manera a 105 °C durante 24 horas.

4.5.3.7 Porcentaje de mortandad

El porcentaje de mortandad se logro determinar haciendo una relación entre el número de plantas iniciales y el número de plantas finales (plantas vivas), para medir esta variable se utilizo planillas haciendo un conteo al inicio y otro conteo al final de la evaluación.

Para llegar a la evaluación y conclusión se siguió la siguiente relación matemática.

$$PM (\%) = \frac{NPM}{NTPI} \times 100$$

Donde:

PM (%) = Porcentaje de mortandad

NPM = Numero de plantas muertas

NTPI = Número total de plantas al inicio

4.5.4 Análisis estadístico

4.5.4.1 Análisis de varianza

Todos los datos del estudio, fueron analizados y procesados a través de un análisis de varianza y para el procesamiento de datos se utilizo el paquete estadístico Excel 2007.

4.5.4.2 Comparación de medias

La comparación de medias de los tratamientos se realizo a través de la prueba de Duncan al 5% de significancia. Tanto para el análisis de varianza como para la comparación de medias se efectuó con la colaboración de la literatura descrita por Little y Hills (1991). La evaluación y análisis a través de las interpretaciones graficas se realizo efectuando el uso del paquete estadístico Excel 2007.

4.5.5 Análisis económico parcial

El análisis de costos económicos se utilizó el método (Perrin et. Al. 1979). Se realizó un análisis de costos parciales de todos los insumos utilizados hasta la obtención de datos finales del trabajo. Las variables fueron el beneficio/costo (B/C), beneficio neto (BN).

El análisis económico pretende dar las mejores alternativas al productor, como consecuencia de la investigación agrícola. En sentido, para determinar el menor costo con el que se puede obtener un mayor rendimiento se emplea la metodología de “presupuestos parciales” (costos y beneficios de los tratamientos alternativos). Dentro la producción agrícola, existe bastante interés en los beneficios netos, las sugerencias y recomendaciones que se generan de la realización de un experimento; que deberá incluir el análisis de costos y beneficios tomando en cuenta los aspectos involucrados en la producción de plantines de café.

5 RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Porcentaje de germinación

Para la evaluación de la prueba de germinación para las dos variedades de café (IA PAR-59 y Paraíso MG), se uso un total de 250 semillas; repartidas en 10 cajas petri, 125 semillas de cada variedad, la evaluación se la realizo hasta los 60 días obteniendo los siguientes resultados.

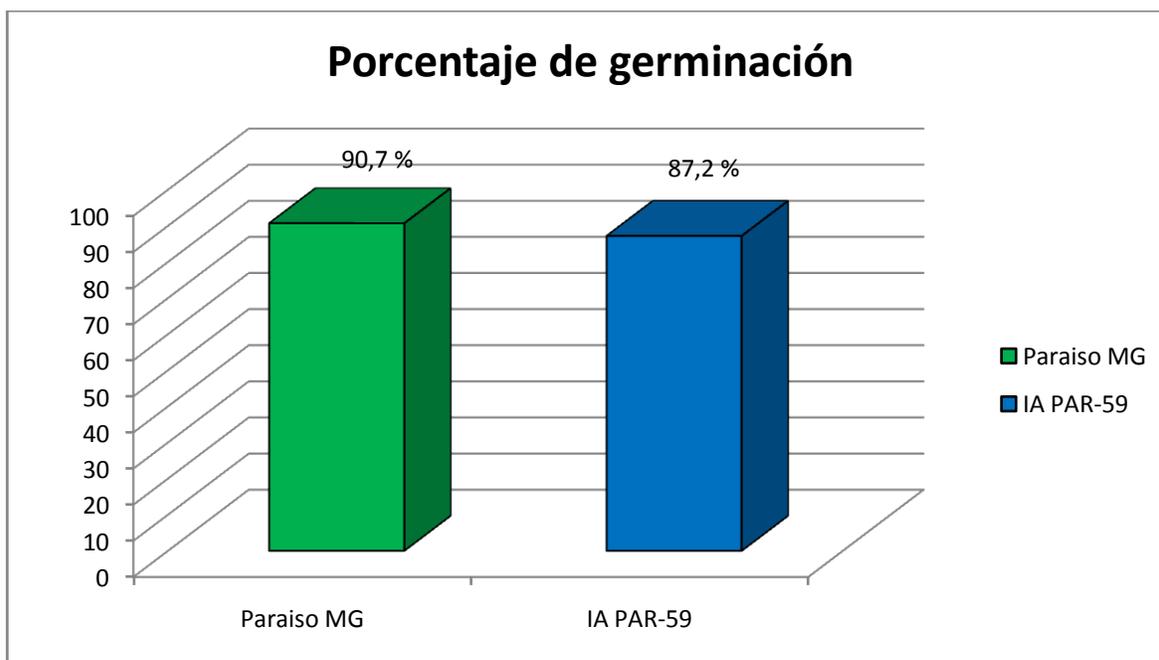


Figura 16. Promedios del porcentaje de germinación al cabo de 60 días

Al finalizar la evaluación la variedad Paraíso MG logro un porcentaje de germinación de 90,7%, la variedad IA PAR-59 logro un porcentaje de germinación de 87,2%. En la figura 17 se muestra de manera más detallada el comportamiento de las variedades en estudio.

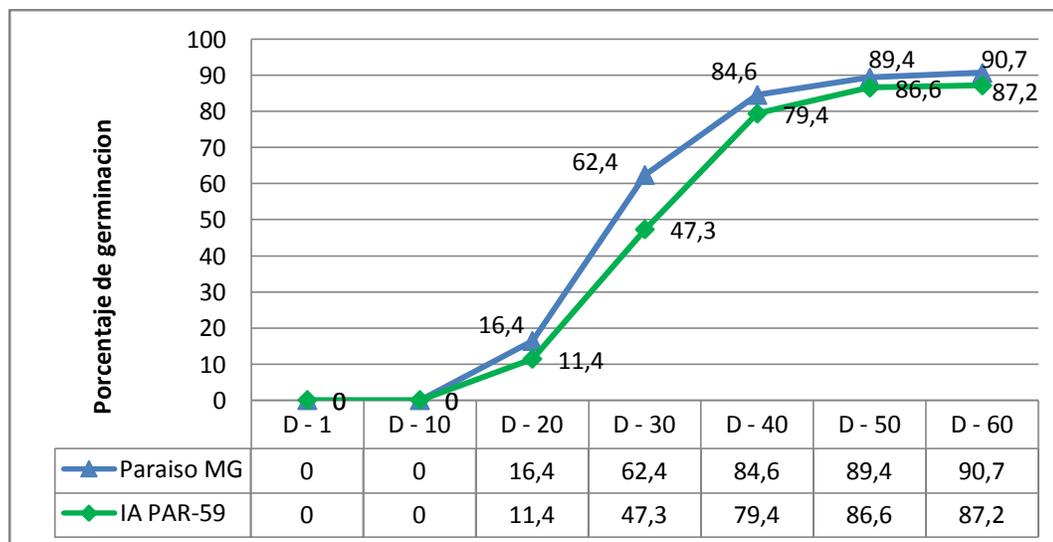


Figura 17. Comportamiento del porcentaje de germinación de las variedades en estudio

Dentro del porcentaje de germinación podemos observar que al día 30 de evaluación hubo una alta diferencia en el porcentaje de germinación siendo superior la variedad Paraíso MG con 62,4% a comparación de un 47,3% de la variedad IA PAR 59, al finalizar la evaluación (día 60) la diferencia se fue acortando logrando la variedad Paraíso MG un porcentaje de germinación de 90,7% y la variedad IA PAR-59 alcanzo un porcentaje de germinación de 87,2%, si bien existe una diferencia numérica la prueba de “t” student nos indica que no existe una diferencia estadísticamente significativa a un nivel de significancia de 5%. Este resultado podría ser el efecto de una causa genética debido a que tanto la variedad Paraíso MG como la variedad IA PAR-59 tienen un progenitor en común que es la variedad Híbrido de Timor esta podría ser la causa de que ambas variedades posean un porcentaje de germinación parecido.

5.2 Altura de las plantas

Para el estudio de la altura de las plantas para los diferentes tratamientos se uso un total de 750 plantas de café en estado de fosforito; repartidas en 30 unidades experimentales, 375 plantas de cada variedad, la evaluación se la realizo hasta el sexto mes obteniendo los siguientes resultados.

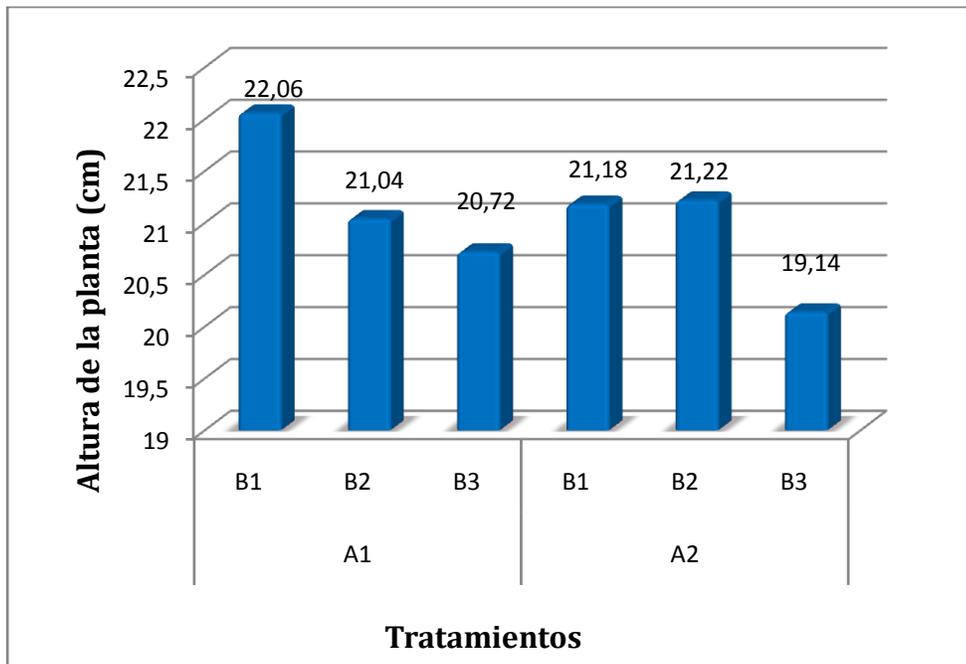


Figura 18. Efecto de diferentes formas de producción sobre la altura de plantas en variedades de café (*Coffea arabica* L.) al cabo de 6 meses.

En la figura 18, observamos los promedios de alturas de los diferentes tratamientos, vemos que la variedad Paraíso MG producida a raíz desnuda (a1b1) fue el que tuvo mayor altura en los plantines con 22,06 cm, el tratamiento (a2b1) tiene una altura media de 21,18 cm siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo en el desarrollo de la altura de la planta con 19,14 cm. Cabe recalcar que esta diferencia numérica podría ser a causa del volumen del sustrato, siendo mayor en la producción a raíz desnuda y en bolsa (maceta), teniendo un menor volumen de sustrato en la producción en tubete.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la altura de la planta

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
A (Variedades)	1	1,36533333	1,37	1,065	4,260 ns
B (Formas de producción))	2	7,154	3,58	2,791	3,400 ns
AB	2	1,49266667	0,75	0,582	3,400 ns
Error	24	30,76	1,28		

GL=Grados de libertad, SC=Suma de cuadrados, CM=Cuadrado medio, FC=F Calculado, Ft=F tabulado, **=Altamente significativo, *=Significativo, ns = No significativo, $\alpha = 0,05$

CV = 7,89%

De acuerdo al análisis de varianza representado en el cuadro 6 para esta característica, se puede llegar a observar que no existen diferencias significativas entre las variedades, las formas de producción y la interacción entre estas. Este resultado podría ser el efecto de una causa genética debido a que tanto la variedad Paraíso MG como la variedad IA PAR-59 tienen un progenitor en común que es la variedad Híbrido de Timor esta podría ser la causa de que ambas variedades posean una altura de planta parecida, por otra parte también podría deberse a la adaptación a las condiciones ambientales desarrolladas al interior del vivero.

El coeficiente de variación fue de 7,89% el cual nos indica que los datos son confiables.

5.3 Diámetro del tallo

Los datos que se muestran a continuación son los promedios de la medición del diámetro del tallo de los diferentes tratamientos en estudio.

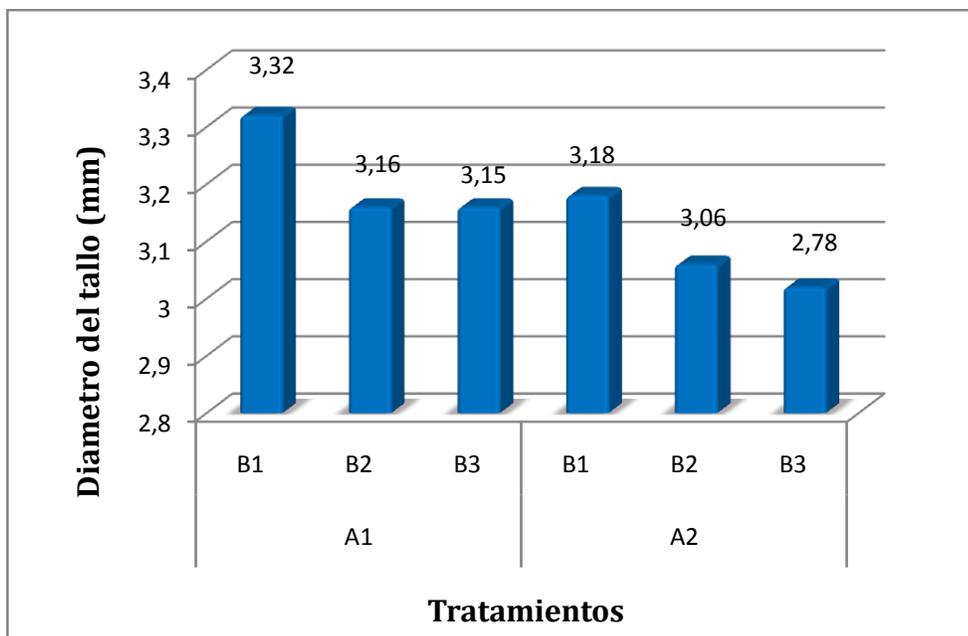


Figura 19. Efecto de diferentes formas de producción sobre la el diámetro del tallo de plantas en variedades de café (*Coffea arabica* L.) al cabo de 6 meses.

En la figura 19, observamos los promedios de diámetro de tallo de los diferentes tratamientos, se puede observar que la variedad Paraíso MG producida a raíz desnuda (a1b1) fue el que tuvo mayor diámetro de tallo con 3,32 mm, el tratamiento (a1b3) tuvo un diámetro medio de tallo de 3,16 mm, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo en el desarrollo del diámetro del tallo con 2,78 mm. Cabe señalar que la diferencia numérica podría ser a causa de que los tubetes por poseer un espacio reducido a comparación de la producción en bolsa y a raíz desnuda tiene una menor capacidad de retención de humedad y esto afectaría el desarrollo del diámetro del tallo.

Los datos del análisis de varianza para el diámetro del tallo se muestran a continuación (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza para el diámetro del tallo

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
A (Variedades)	1	0,120333	0,12	0,656	4,260 ns
B (Formas de producción)	2	0,152	0,08	0,415	3,400 ns
AB	2	0,002667	0,00	0,007	3,400 ns
Error	24	4,40	0,18		

GL=Grados de libertad, SC=Suma de cuadrados, CM=Cuadrado medio, FC=F Calculado, Ft=F tabulado, **=Altamente significativo, *=Significativo, ns = No significativo, $\alpha = 0,05$

CV = 13,6%

De acuerdo al análisis de varianza representado en el cuadro 7 para esta característica, se puede llegar a observar que no existen diferencias significativas entre las variedades, las formas de producción y la interacción entre estas. Este resultado podría ser el efecto de una causa genética debido a que tanto la variedad Paraíso MG como la variedad IA PAR-59 tienen un progenitor en común que es la variedad Híbrido de Timor, al respecto Blandon (2008), menciona que el comportamiento de una planta depende de su genotipo, en otras palabras los efectos genéticos determinan el comportamiento del desarrollo de una planta.

5.4 Pares de hojas verdaderas

Los datos que se muestran a continuación son los promedios del número de pares de hojas verdaderas de los diferentes tratamientos en estudio.

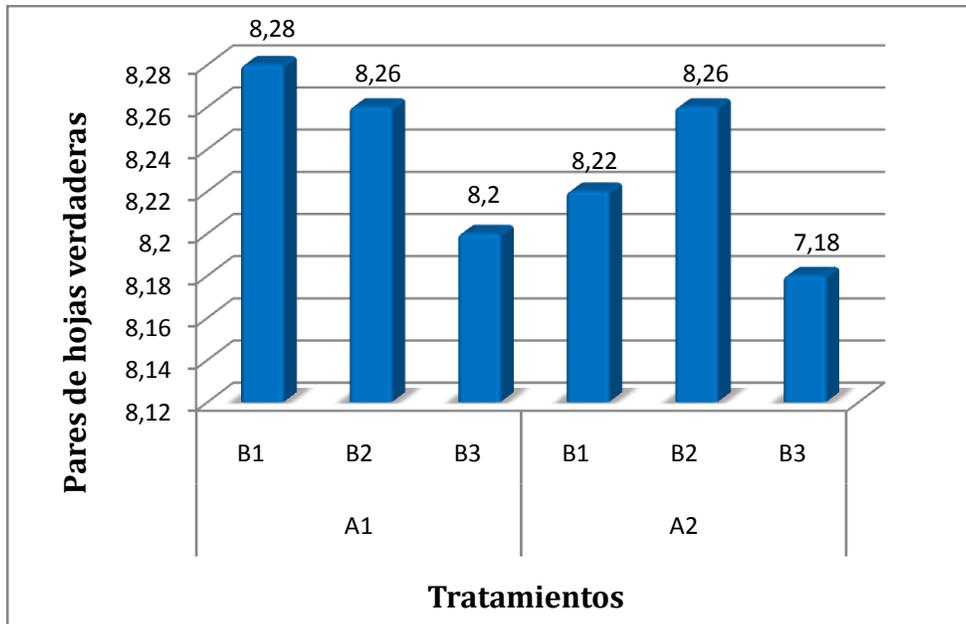


Figura 20. Efecto de diferentes formas de producción sobre los pares de hojas en las variedades de café (Coffea arabica L.)

En la figura 20, observamos los promedios de pares de hojas de los diferentes tratamientos, se puede observar que la variedad Paraíso producido a raíz desnuda (a1b1) fue el que tuvo un mayor número de pares de hojas 8,28, el tratamiento (a2b1) tiene 8,22 pares de hojas, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo en el desarrollo de pares de hojas con 7,18.

Los datos del análisis de varianza para la variable de respuesta pares de hojas se muestran a continuación (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza para pares de hojas

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
A (Variedades)	1	0,005333	0,01	0,033	4,260 ns
B (Formas de producción)	2	0,028667	0,01	0,088	3,400 ns
AB	2	0,004667	0,00	0,014	3,400 ns
Error	24	3,89	0,16		

GL=Grados de libertad, SC=Suma de cuadrados, CM=Cuadrado medio, FC=F Calculado, Ft=F tabulado, **=Altamente significativo, *=Significativo, ns = No significativo, $\alpha = 0,05$

CV = 4,8%

De acuerdo al análisis de varianza obtenido en el cuadro 8 para la variable pares de hojas verdaderas se observa que no existen diferencias significativas entre las variedades, las formas de producción y la interacción entre estas. Nuevamente este resultado podría deberse al genotipo de las variedades utilizadas, y al efecto del medio ambiente como ser la temperatura.

Se llego a observar un coeficiente de variación de 4,8% lo cual nos otorga confianza en los datos obtenidos.

5.5 Peso seco de la parte aérea de la planta

Los datos que se muestran a continuación son los promedios del peso seco de la parte aérea de la planta de los diferentes tratamientos en estudio

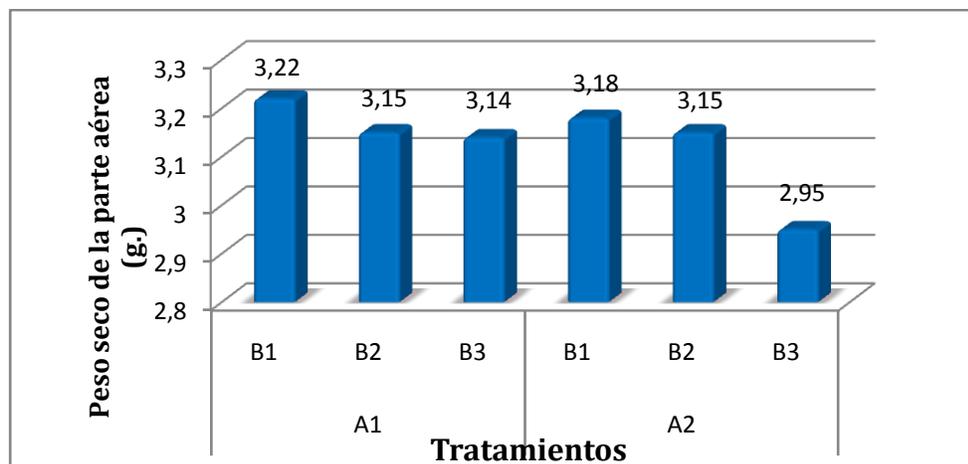


Figura 21. Efecto de diferentes formas de producción sobre el peso seco de la parte aérea de las variedades de café (*Coffea arabica* L.)

En la figura 12, observamos los promedios de peso seco de la parte aérea de a planta de los diferentes tratamientos, se puede observar que la variedad Paraíso MG producida a raíz desnuda (a1b1) fue el que tuvo el mayor peso seco de la parte aérea de la planta con 3,22 gr, el tratamiento (a2b2) logro un peso seco promedio de planta de 3,15 gr, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo 2,95 gr. Esta diferencia numérica podría ser causada por la poca retención de humedad, cantidad y calidad del sustrato

Los datos del análisis de varianza para la variable peso seco de la parte aérea de la planta se muestran a continuación (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza para el peso seco de la parte aérea de la planta

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
A (Variedades)	1	0,044083	0,04	0,762	4,260 ns
B (Formas de producción)	2	0,125167	0,06	1,082	3,400 ns
AB	2	0,050167	0,03	0,434	3,400 ns
Error	24	1,39	0,06		

GL=Grados de libertad, SC=Suma de cuadrados, CM=Cuadrado medio, FC=F Calculado, Ft=F tabulado, **=Altamente significativo, *=Significativo, ns = No significativo, $\alpha = 0,05$

CV = 7,6%

De acuerdo al análisis de varianza obtenido en el cuadro 9 para la variable peso seco de la parte aérea de la planta se observa que no existen diferencias significativas entre las variedades, las formas de producción y la interacción entre estas. Nuevamente este resultado podría deberse al genotipo de las variedades utilizadas, y al efecto del medio ambiente como ser la temperatura la cual es un factor determinante en el desarrollo de una planta.

Se observa un coeficiente de variación de 7,6% el cual nos brinda confianza en los datos trabajados.

5.6 Peso seco de la raíz de la planta

Los datos que se muestran a continuación son los promedios del peso seco de la raíz de la planta de los diferentes tratamientos en estudio

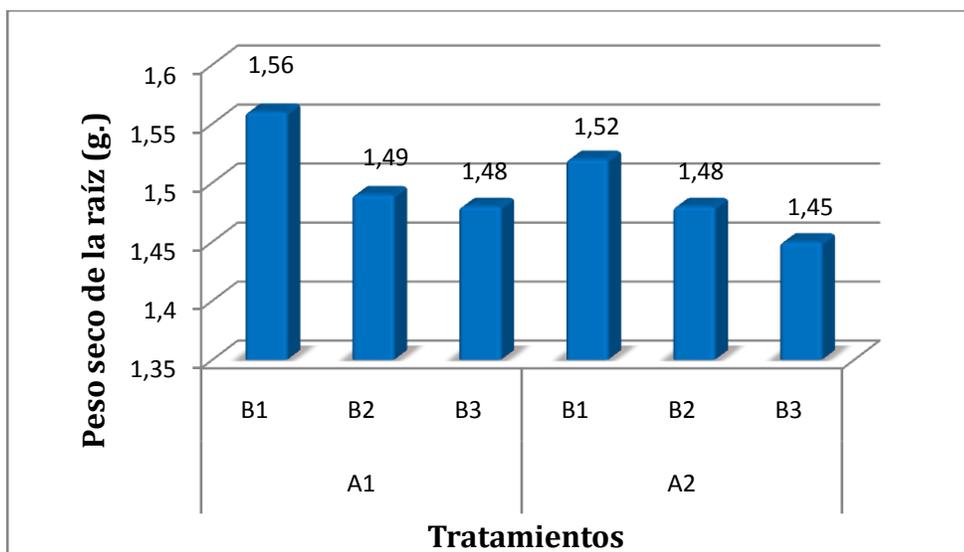


Figura 22. Efecto de diferentes formas de producción sobre el peso seco de la raíz de las variedades de café (*Coffea arabica* L.)

En la figura 22 observamos los promedios de peso seco de la raíz de las plantas de los diferentes tratamientos se puede observar nuevamente que la variedad Paraíso MG producida a raíz desnuda (a1b1) fue el que tuvo el mayor peso seco de la raíz

de la planta con 1,56 gramos, seguido del tratamiento (a2b1) con 1,52 gramos, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo en cuanto al peso seco de la raíz de la planta con 1,45 gramos.

Los datos del análisis de varianza del peso seco de la raíz de la planta se describen en el cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el peso seco de la raíz

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
A (Variedades)	1	0,005333	0,01	0,396	4,260 ns
B (Formas de producción)	2	0,030167	0,02	1,121	3,400 ns
AB	2	0,001167	0,00	0,043	3,400 ns
Error	24	0,32	0,01		

GL=Grados de libertad, SC=Suma de cuadrados, CM=Cuadrado medio, FC=F Calculado, Ft=F tabulado, **=Altamente significativo, *=Significativo, ns = No significativo, $\alpha = 0,05$

CV = 5,27%

De acuerdo al análisis de varianza obtenido en el cuadro 10 para la variable peso seco de la raíz de la planta se observa que no existen diferencias significativas entre las variedades, las formas de producción y la interacción entre estas, el genotipo y medio ambiente también serian los factores por el cual se presento la no significancia en el peso seco de la raíz.

Obteniendo un coeficiente de variación de 5,27% el cual nos brinda confianza en los datos trabajados.

5.7 Porcentaje de mortandad

Los datos que se muestran a continuación son los promedios del porcentaje de mortandad de los diferentes tratamientos en estudio

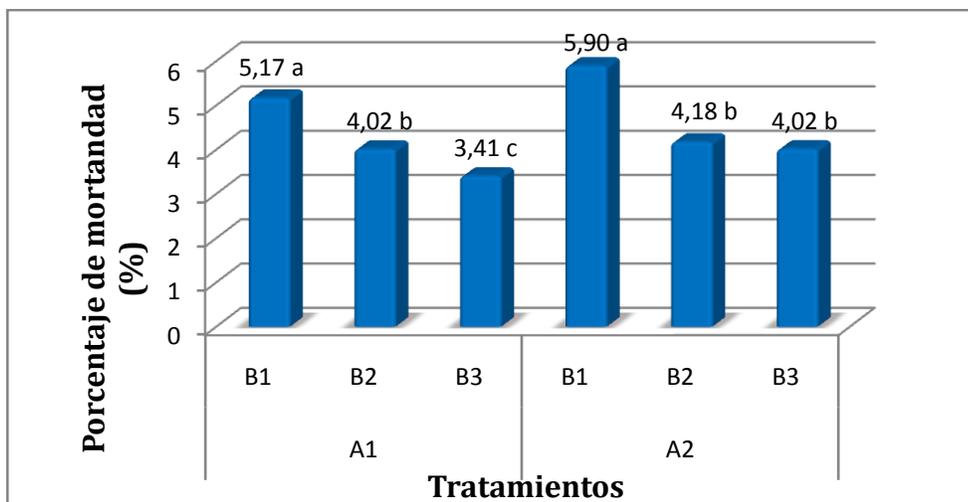


Figura 23. Efecto de diferentes formas de producción sobre el porcentaje de mortandad de las variedades de café (*Coffea arabica* L.) en estudio.

Para esta variable el tratamiento T4 (a2b1) Fue el que tuvo un porcentaje de mortandad mayor con 5,90%, el tratamiento T2 (a1b2) y T6 (a2b3) tuvieron un porcentaje de mortandad promedio de 4,02% y el porcentaje de mortandad más bajo fue para el tratamiento T3 (a1b3)

Los datos del análisis de varianza del porcentaje de mortandad para los diferentes tratamientos se describen en el cuadro 11.

Cuadro 11 Análisis de varianza para el porcentaje de mortandad

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
A (Variedades)	1	1,875	1,88	4,777	4,260 *
B (Formas de producción)	2	18,40651	9,20	23,449	3,400 *
AB	2	0,45032	0,23	0,574	3,400 ns
Error	24	9,42	0,39		

GL=Grados de libertad, SC=Suma de cuadrados, CM=Cuadrado medio, FC=F Calculado, Ft=F tabulado, **=Altamente significativo, *=Significativo, ns = No significativo, $\alpha = 0,05$

CV = 14,08%

De acuerdo al análisis de varianza obtenido en el cuadro 11 para la variable porcentaje de mortandad se observa que existen diferencias significativas entre las variedades, y las formas de producción pero no para la interacción entre estas a un

nivel de significancia del $\alpha = 0,05$. También se puede observar un coeficiente de variación de 14,08% el cual nos brinda confianza en los datos trabajados.

Esto puede ser debido a que los viveros en tubetes son viveros asépticos, pues el tubete (plantía) queda suspendido, sin tener contacto con el suelo (no hay contaminación) debido a que es una forma de producción aislada del suelo, de esta manera el porcentaje de mortandad baja para este tipo de producción.

5.8 Análisis económico

En el anexo 2 se detallan los costos de producción de las tres formas de producción la forma tradicional (raíz desnuda), la producción en bolsa y la producción en tubetes para 6000 plantas, desde el periodo de establecimiento del vivero hasta el momento en que son llevadas al campo definitivo, estimado entre 6 y 7 meses.

A pesar de ser el tubete un envase más pequeño comparado con la bolsa se necesita la misma cantidad de área (para este caso 100 m²), porque al encontrarse con abundante follaje las plantas en tubetes deben ser separadas para que no existan problemas por la excesiva densidad que trae como consecuencias su deterioro por causas fitosanitarias y falta de luz.

En cuanto a los costos iniciales, se puede ver en el anexo 2, que estos son mayores para el método de “tubete” como consecuencia de la construcción de “camas” de malla, estimados en 3600 Bs para las 6000 plantas. Si se considera que esta instalación dura 10 años se ha asignado un costo anual de 360 Bs para las 6000 plantas. El costo de sombra igualmente se ha distribuido en 10 años y es el mismo para los tres, ya que el área sombreada es igual. Otro costo, en el cual se encuentra una marcada diferencia, es el de los envases que para las 6000 plantas si se usa bolsas, costara 720 Bs y 9000 Bs si se usa tubetes pero hay que considerar que se pueden utilizar por más de 10 años por lo tanto su costo anual será 900 Bs. Una diferencia a favor de los tubetes es lo que respecta al sustrato, el cual es más caro para el método tradicional seguido por la producción en bolsas y

el que menos costos tiene en cuanto a sustrato es la producción en tubetes , el cual es más caro para el método tradicional , por la cantidad de sustrato que se necesita para llenar la almaciguera y de igual manera para el llenado de las bolsas, los demás costos como fertilizantes, semillas semi sombra y pesticidas son prácticamente iguales para las tres formas de producción .

En cuanto a la mano de obra, las diferencias se dan en la preparación del medio y el llenado de los envases, que para el caso de la bolsa va a ser mayor porque en su llenado se demora más por tener un mayor volumen, para las tres formas de producción esto da un ahorro en jornales para el tubete y deja los costos totales de mano de obra para la producción en bolsas un poco más altos.

En cuanto a los costos totales para las 6000 plantas, se nota un valor mayor para el método de tubete (0,44) Bs para producir una planta en este sistema comparado con la producción en bolsas y la producción a raíz desnuda (0,36) y (0,22) respectivamente.

Puede decirse que los costos de producción de las 3 formas de producción evaluadas tienen cierta diferencia en cuanto a los costos finales. La producción en bolsa y tubete elevan el costo de producir una planta de café en 0,14 y 0,22 Bs respectivamente con respecto a una planta producida a raíz desnuda. Sin embargo estos tubetes se pueden y se deben volver a usar, por lo que con 10 usos prácticamente su valor se equipara al de la bolsa y esta es la idea.

Cuadro 12. Beneficios de las tres formas de producción

Formas de producción	Beneficio bruto (BB)	Costos variables (CV)	Beneficio neto (BN)	Beneficio costo (B/C)
Producción a raíz desnuda	1800	1347	453	1,33
Producción en bolsas	3000	2215	785	1,36
Producción en tubetes	4800	2695	2105	1,78

Fuente: Cuadro realizado en base al análisis de costos de las tres formas de producción

De acuerdo al análisis beneficio costo, la producción a raíz desnuda tiene una relación beneficio costo de 1,33, para la producción en bolsa la relación beneficio costo es de 1,36 y para la producción en tubete es de 1,78, siendo buenas las tres formas de producción económicamente hablando, la mejor opción corresponde a la producción en tubetes de acuerdo al análisis beneficio/costo.

6 CONCLUSIONES

Realizando la sistematización del análisis en los resultados obtenidos, considerando los objetivos y las variables de estudio planteadas se llegaron a las siguientes conclusiones:

De acuerdo al estudio realizado en el porcentaje de germinación se concluye que al cabo de 60 días la variedad Paraíso MG logro un porcentaje de germinación de 90,7% y la variedad IA PAR-59 alcanzo un porcentaje de germinación de 87,2%, no se encontraron diferencias estadísticas al 5% de significancia en cuanto al porcentaje de germinación de ambas variedades.

Con respecto a la altura de la planta se observo que la variedad Paraíso MG con la forma de producción a raíz desnuda (a1b1) fue el que tuvo mayor altura en los plantines con 22,06 cm y el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo en el desarrollo de la altura de la planta con 19,14 cm sin encontrar diferencias estadísticas entre los resultados.

Para la variable diámetro de tallo la variedad Paraíso MG con la forma de producción a raíz desnuda (a1b1) fue el que tuvo mayor diámetro de tallo con 3,32 mm, el tratamiento (a1b3) tuvo un diámetro medio de tallo de 3,16 mm, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes que menor promedio de grosor de tallo obtuvo a seis meses del inicio de la evaluación.

Con respecto al número de pares de hojas verdaderas concluimos que la variedad Paraíso MG con la forma de producción a raíz desnuda (a1b1) fue el que tuvo un mayor par de hojas 8,28, el tratamiento (a2b1) tiene 8,22 pares de hojas, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo en el desarrollo de pares de hojas con 7,18.

Para el estudio del peso seco de la parte aérea de la planta concluimos que la variedad Paraíso MG producida a raíz desnuda (a1b1) fue el que tuvo el mayor peso seco de la parte aérea de la planta con 3,22 gr, el tratamiento (a2b2) logro un peso seco promedio de planta de 3,15 gr, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo 2,95 gr.

Los datos del peso seco de la raíz de la planta otorgan las siguientes conclusiones que la variedad Paraíso MG producida a raíz desnuda (a1b1) fue el que tuvo el mayor peso seco de la raíz de la planta con 1,56 gramos, seguido del tratamiento (a2b1) con 1,52 gramos, siendo el tratamiento (a2b3) que corresponde a la variedad IA PAR-59 con la producción en tubetes, que nos muestra el dato más bajo en cuanto al peso seco de la raíz de la planta al cabo de 6 meses del inicio del estudio.

El tratamiento a2b1 que corresponde a la variedad IA PAR-59 producida a raíz desnuda tuvo un porcentaje de mortandad de 5,90%, seguido del tratamiento a1b1 con una con 5,17% y el menor porcentaje de mortandad lo tuvo el tratamiento a2b3 que corresponde a la variedad Paraíso con la producción en tubetes con 3,41%.

En cuanto a los costos totales para las 6000 plantas, se nota un valor mayor para el método de tubete (0,44) Bs para producir una planta en este sistema comparado con la producción en bolsas y la producción a raíz desnuda (0,36) y (0,22) respectivamente. De acuerdo al análisis beneficio costo, la producción a raíz desnuda tiene una relación beneficio costo de 1,33, para la producción en bolsa la relación beneficio costo es de 1,36 y para la producción en tubete es de 1,78, siendo buenas las tres formas de producción económicamente hablando, la mejor opción corresponde a la producción en tubetes de acuerdo al análisis beneficio/costo.

7 RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y las conclusiones vertidas en el presente trabajo se recomienda lo siguiente:

Evaluar mas variedades de café (*Coffea arabica* L.) aptas para la región del alto Beni para poder tener un conocimiento más sólido de este tipo de variedades para luego poder recomendar las mejores a nuestros productores de tierras bajas ya que la mayoría de las variedades utilizadas, son variedades de altura. Tomando en cuenta que la altura promedio del Alto Beni es de 450 msnm.

Realizar una nueva investigación de este tipo, tomando nuevos factores como ser diferentes tipos de sustratos, en combinación de diferentes láminas de riego y el uso de abonos orgánicos, evaluar el comportamiento de plantas producidas a raíz desnuda, en bolsas (maceta) y en tubetes después del trasplante a campo definitivo.

Se recomienda el uso de tubetes en la producción “continua” de plantas de café pero es importante enfatizar que este tipo de producción es para alguien dedicado a la producción continua y no esporádica de plantas, por el reciclaje de los “tubetes” y que alguien que quiera producir para una sola vez tendrá que pagar el sobre precio de los tubetes en relación a la bolsa y/o raíz desnuda, no podrá reducirlo con base a su rehúso por 10 o 20 veces como sería el caso de un vivero que se dedique a esto continuamente o tendría que revender los tubetes después del trasplante para recuperar algo de ese costo.

8 BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, V. 2010, Especies y variedades de café Departamento de Agronomía Fitotecnia II – UNEMAT, Minas gerais, Brasil, 47p.

ALVARADO, M., Rojas, G. 1994. El cultivo y beneficiado del café. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 184 p.

ALVARADO, A. 2002. Mejoramiento de las Características Agronómicas de las variedades Colombianas de Café. Avances Técnicos de Mejoramiento Genético 3ra Ed. Colombia. 126 p.

ALVES P.; Oliveira A.; Silva F. 2012. Cultivares de café Arabica Desenvolvidas pela Epaming/UFV/UFLA 38 Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Minas gerais. Brasil. 39 p.

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

ANZUETO, J.; Sarah, J.L.; Eskes, A.; Decazy, B. 1991. Recheicly de la esistanse a Meloidogyne sp. Duns one collection de Coffea arabica. San francisco. 123 p.

BARRIENTOS, R. 2000. El cultivo de Café en la región de los Yungas. Edit. CIMA. Bolivia. 44 p.

BLANDON, J. 2008. Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización. Honduras. 26 p.

BERTRAND, B.; Anzueto, F.; Peña, M.; Eskes, A. 1995. Genetic improvement of coffee for the resistance to root. Kot nematodes Meloidogyne spp. In América Central. Congreso Internacional sobre el Café Kyoto, Japón. 10 p.

BERTRAND, B. 1999 Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. San José. Costa Rica. IICA PROMOCAFE. 496 p.

CALANI, E. 2002. Manual de cultivo de café con tecnologías nuevas para incrementar la productividad. Edit. Printed in Bolivia 125 p.

CENICAFE, 1988. Tecnología del Cultivo de Café, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia 2 edición. Colombia 268 p.

CHAVEZ, D. 1993. Efecto del nitrógeno y fosforo en plantas de café (*Coffea arabica* L.) en bolsa con dos medios de crecimiento. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 55 p.

COTESU-OSCAR (1987). Planificación vial y evaluación 84-94 para el área No. 4 Alto Beni. La Paz, Bolivia.

CUBA, N. 2006. Manual para el Cultivo de Café en Yungas. Universidad Católica San Pablo UAC Carmen Pampa. La Paz – Bolivia. 158 p.

EPAMING (Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais). 2010. Novas cultivares de Café desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético da epamig de la Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento. Brasil. 14 p.

EPAMING (Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais). 2006. I Encontro de Cefeicultores das Minas II Workshop de Cafes Especiales das Serras de Minas V Encontro de Avaliacao Tecnica do Procafe. Brasil. 54 p.

FAO (1998). La enseñanza técnica forestal. Estudio “FAO Montes”. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 00100 Roma. Italia. 201 p. disponible en: www.fao.org/docrep.

FECAFEB (Federación de Caficultores Exportadores de Bolivia), 2006. Manual de Calidad de Café. La paz, Bolivia. 25 p.

----- (Federación de Caficultores Exportadores de Bolivia), 2006. Política Cafetalera Nacional. La Paz., Bolivia. 13 p.

FECAFEB (Federación de Caficultores Exportadores de Bolivia), 2010. Plan de desarrollo Cafetalero. La Paz, Bolivia. 13 p.

FIGUEROA, R. 1996. La Caficultura en Perú. 2da edición. Editorial. FIESSA. Lima Perú. 323 p.

FISCHERSWORRING, B. 2001. Guía para la caficultura ecológica. Editorial López. Tercera edición. 60 p.

FOMENTO AL DESARROLLO URBANO Y RURAL. 2010. Propuesta Técnica Recuperación y Fomento de Cafetales en los Yungas de La Paz. Viceministerio de la Coca y Desarrollo Integral. 17 p.

FORO CAFETERO, 2006. El tubete o cono macetero, interesante sistema para producción de plantas de café. Revista No 2. Santo Domingo, República Dominicana. 2006. 36 p.

FREITAS, J. 2007. Ministerio do desenvolvimento Agrario, Gobierno Federal. Buenas prácticas productivas en plantíos do café. Brasil. 27 p.

HARTMANN, H.; KESTER, D. 1997. Propagación de plantas; principios y prácticas. 2da edición. Trad. Por Antonio Marino México CECSA. 90 p.

HERNANDEZ, A.; Fargette, N; Mollinier, V.; Ramenason, H.; Deca, B.; Sarah, J. 1996. Enzymatic Characterization and reproductive fitness on Coffee of root-knot nematode population from Central America Nematology Congress. 69 p.

HUARCACHO, J. 2008. Evaluación de la Resistencia de variedades mejoradas de café, al ataque de tres poblaciones de fitonematodos agalladores *Meloidogyne* spp., en la provincia Caranavi. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Mayor de San Andrés. La Paz- Bolivia. 96 p.

IICA, 1989. Revista interamericana de Ciencias Agrícolas. Turrialba. San José, Costa Rica 5 p.

INCAPER (Instituto Capixabade Pesquisa, Assistencia Tecnica e Extensao Rural), 2009. Novas cultivares de café arabica recomendadas para o estado de espirito santo renovar arabica. Brasil. 2009.

IRIGOYEN, J. N. a 1997. Pasos para la producción apropiada de viveros de café PROCAFE. Nueva San Salvador. El Salvador 4 p.

IRIGOYEN, J. N. b 1997. Producción de viveros de café en tubetes o conos maceteros Boletín técnico. PROCAFE. Nueva San Salvador. El Salvador. 38 p.

IRIGOYEN, J. N. 2000. Guía para la producción de viveros de café. Agenda cafetalera PROCAFE. Nueva San Salvador. El Salvador. 23 p.

LEMUR, D. 2007. Instalación de germinadores y viveros forestales. Salvador. 18 p.

LITTLE, T.; HILLS, F. 1991. Métodos para la investigación en la agricultura. 2da .Ed. México. Trillas. 270 p.

KAISER, D. 2001. Comparación entre la bolsa y el “cono macetero” o “tubete” en la producción de plantas de café. Edit. El Zamorano. Costa Rica. 35 p.

LEON, J. 1999. Botánica de cultivos tropicales. Instituto Internacional de Recursos Fitogeneticos. Cali. Colombia. 67.

LOMA, J. 1980. Experimentación Agrícola. Ed. Hispanoamericana. México. 319 p.

LOPEZ, B. 2003. Evaluación de la patogenicidad de aislamientos del hongo *Metarhizus anisopilae* (Metchhikoff) sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en condiciones de Laboratorio. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. La Paz, Olivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de agronomía. 87 p.

MARTINEZ, A. 2005. Evaluación de diferentes sustratos, empleando la técnica de tubete para producir plántulas de café (*Coffea arabica* L.) var. Catuai En etapa de vivero, finca Monte Marca, San Julián Alotenango, Sacatepéquez. Tesis para optar

al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos, facultad de Agronomía. Guatemala. 67 p.

MARZOCA, A. 1998. Nociones básicas de taxonomía Vegetal. IICA. San José de Costa Rica. 263 p.

MDRAyMA (Ministerio de Desarrollo Rural Tierras y Medio Ambiente). 2008. Experiencia del cultivo de café en Bolivia. Unidad de producción agropecuaria agroforestal y pesca. 45p.

MUZAMBINHO, S. 2008. Interacao do Bicho Mineiro (*Leucoptera coffeella*) em diferentes cultivares de café arabica de la Escola Agrotecnica Federal de Muzambinho. Edit. Lafarrate. Brasil. 45 p.

MEJIA, M. 2001. Agricultura para la vida: Movimientos alternativos frente a la agricultura química. Edit. Faid. Cali, Colombia. 60 p.

NAZARENO, A. 1998. Caficultura tecnología para la producción, Informe Agropecuario Belo Horizonte, Edit. EPAMIG. Brasil. 124 p.

PEREIRA, A.; Melo, W. 2003 Escolha de cultivares de café para as matas de minas. 54 p.

POMACOSI, M. 2005. Incidencia y severidad de plagas y enfermedades en el cultivo de café. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. 86 p.

PROCAFE (Fundación Salvadoreña para la Investigación de café). 2005. Producción de viveros de café en tubetes o conos maceteros. San Salvador. 7 p.

SARAVIA, M. 1990. Cultivos tradicionales de exportación. Universidad Rafael Landivar. Programa de fortalecimiento y apoyo a las Sedes Regiones. Guatemala. 65 p.

SI – A, (2001). Memoria Técnica Descriptiva del Plan de Ordenamiento Predial de la TCO Masetén. Organización del Pueblo Indígena Masetén. Organización de la Mujer Indígena Masetén. Santa Ana, Covendo, Muchane, Simay, Cogotay, Inicua. 16 p.

SOLEIBE, f. 2005. Guía técnica del productor café Mojsa, programa de desarrollo y Reactivación Económica en los Yungas de La Paz. Edit. Publixpress. Bolivia. 50 p.

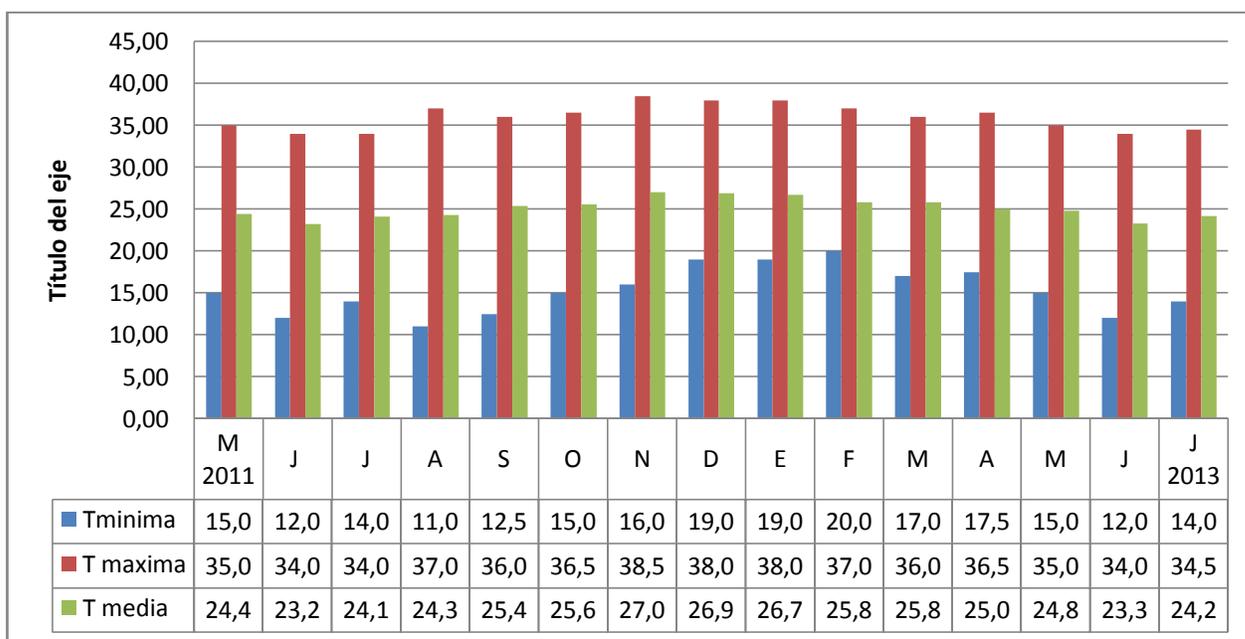
UFV (Consortio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento de Café), 2005. Paradise MG, cultivar de café resistente a la roya. Brasil. 23 p.

VILLCA, R. (1996). Evaluación del germoplasma de Achiote (*Bixa orellana*) en la zona de Alto Beni. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Oruro. Oruro, Bolivia. 53 p.

ANEXOS

Anexo 1. Comportamiento de la temperatura en la zona de estudio

	T mínima	T máxima	T media
M 2011	15,00	35,00	24,40
J	12,00	34,00	23,20
J	14,00	34,00	24,10
A	11,00	37,00	24,30
S	12,50	36,00	25,40
O	15,00	36,50	25,60
N	16,00	38,50	27,00
D	19,00	38,00	26,90
E	19,00	38,00	26,70
F	20,00	37,00	25,80
M	17,00	36,00	25,80
A	17,50	36,50	25,00
M	15,00	35,00	24,80
J	12,00	34,00	23,30
J 2013	14,00	34,50	24,20



Fuente: elaboración en base (SENAMHI, 2012)

Anexo 2. Comparación de costos entre la producción de plantas de café de manera tradicional, producción en bolsas y la producción en tubetes (En Bs. Para 6000 plantas)

	Producción en almaciguera tradicional			Producción en bolsas			Producción en tubetes		
	Unidad	Cantidad	Costo	Unidad	Cantidad	Costo	Unidad	Cantidad	Costo
COSTOS INICIALES									
Construcción de camas 3600 Bs/10 años	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo anual de camas para tubetes	-	-	-	-	-	-	360/Año	1	360
Semisombra de polipropileno 600 Bs/5 años	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo anual de Semisombra de polipropileno	120 Bs/año	1	120	120 Bs/año	1	120	120 Bs/año	1	120
Costo de 6000 bolsas (120 Bs/100 unidades)	-	-	-	0,12 Bs/año	6000	720	-	-	-
Costo de 6000 Tubetes (1,5 Bs c/u) 9000 Bs/10años**	-	-	-	-	-	-	1,5 Bs/año	6000	900
Sustrato (tubete c/u 200cm ³)(Bolsa c/u425cm ³)(AT* c/u 500cm ³)	m ³	3	225	m ³	2,55	189	m ³	1,2	90
Semillas	80 Bs/kg	1,5	120	80 Bs/kg	1,5	120	80 Bs/kg	1,5	120
MANO DE OBRA (a 70 Bs jornal)									
Preparación del sustrato	Jornal	2,5	175	Jornal	1	70	Jornal	1/2	35
Llenado de envases (Bolsas y tubetes)	-	-	-	Jornal	3	210	Jornal	2	140
Siembra	Jornal	1/2	35	Jornal	1/2	35	Jornal	1/2	35
Riegos	10Bs/Sesión	20	200	10Bs/Sesión	20	200	10Bs/Sesión	30	300
Fertilización	Jornal	2	140	Jornal	2	140	Jornal	2	140
Deshierbe y aplicaciones sanitarias	Jornal	3	210	Jornal	3	210	Jornal	3	210
Total			1225			2014			2450
Imprevistos (10%)			122			201			245
Costo total para 6000 plantas			1347			2215			2695
Costo/planta en Bs			0,22			0,36			0,44

*AT= Almaciguera tradicional ** 9000/10 años debido a que el tubete tiene una duración de 10 a 15 años aproximadamente

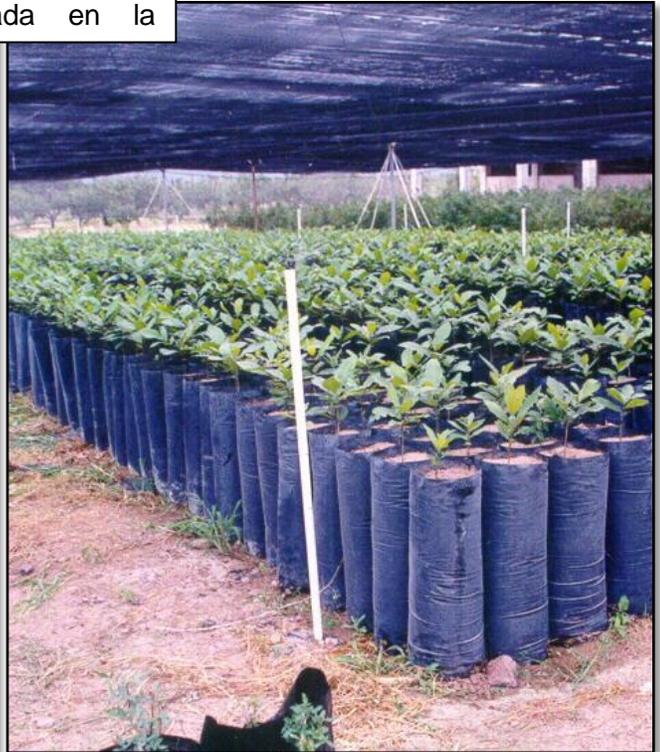
Anexo 3. Producción a raíz desnuda



La incomodidad al realizar las diferentes labores culturales estando agachado se ve reflejada en la

Fuente: Lemur, 2007

Anexo 4. Producción en Bolsa (mace)



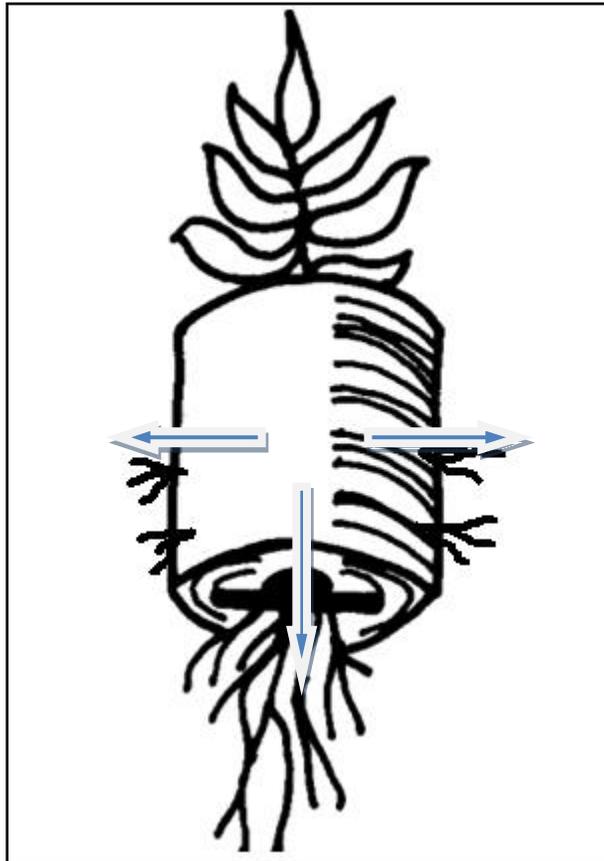
Fuente: Lemur, 2007

Anexo 5. Defectos en las raíces por efecto de la utilización de bolsa (maceta)



El enrollado de raíces es un problema típico que tiene la producción de plantas en bolsas (Calani, 2002)

Fuente: Lemur, 2007



La salida de raíces a través de los orificios es otro problema clásico de la producción de plantines en bolsas, llegando a dañar las raíces al momento de sacar las plantas de las bolsas debido a que se produce una ruptura de raíces (Calani, 2002)

Fuente: Lemur, 2007

Anexo 6. Producción en tubetes



La producción en tubetes no es exclusiva para el café, siendo aplicable en viveros forestales, plantas ornamentales, Frutales, etc. Irigoyen, 1997



Fuente: Lemur, 2007



Los tubetes se colocan sobre un marco de madera o de metal para que queden, al menos a 30 cm del suelo, es preferible que estén a una altura aproximada de 1 m para



Fuente: Káiser, 2001