

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y**  
**COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL DESARROLLO EN VIVERO DE TRES VARIEDADES DE CAFÉ  
(*Coffea arábica*) BAJO LA APLICACIÓN DE TRES BIOINSUMOS Y LA  
INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA COMUNIDAD DE CUCUTA  
ESPERANZA EN EL MUNICIPIO DE TEOPONTE**

**Presentado por:**

**JOSE GABRIEL CONDORI CHIPANA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2018**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y  
COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DEL DESARROLLO EN VIVERO DE TRES VARIEDADES DE CAFÉ  
(*Coffea arábica*) BAJO LA APLICACIÓN DE TRES BIOINSUMOS Y LA  
INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA COMUNIDAD DE CUCUTA  
ESPERANZA EN EL MUNICIPIO DE TEOPONTE**

*Tesis de Grado  
presentado como requisito  
para optar al título de  
Ingeniero en Producción y Comercialización Agropecuaria*

Jose Gabriel Condori Chipana

**Asesores:**

Ing. M.Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez

\_\_\_\_\_

Ing. M.Sc. Brigido Moisés Quiroga Sossa

\_\_\_\_\_

**Tribunal revisor:**

Ing. José Eduardo Oviedo Farfán

\_\_\_\_\_

Ing. M.Sc. Luis Fernando Machicao Terrazas

\_\_\_\_\_

**Presidente tribunal revisor:**

\_\_\_\_\_

La Paz – Bolivia

2018

## **DEDICATORIA**

*A mis padres René Chambi y Celia Chipana Quispe por ser mis formadores y mentores principales de mis principios y valores, con su apoyo, paciencia, cariño y esfuerzo me permitió alcanzar mis metas, a mí querida abuela Tomasa, QEPD (+).*

*A mis hermanos: Wilder, Maricarmen y Jhonny, gracias por su apoyo paciencia y comprensión.*

## AGRADECIMIENTOS

*Expreso mi más profundo agradecimiento:*

- *A Dios, por regalarme salud y vida para alcanzar mi tan anhelado objetivo.*
- *A la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por la enseñanza impartida y ser pilar fundamental en mi formación profesional.*
- *Al proyecto “Rescate de Saberes Locales de Adaptación al Cambio Climático mediante el manejo de Germoplasma Forestal y Agroforestal de la Asociación de Productores de Café Ecológico Regional Larecaja en el Municipio de Teoponte” cuyo apoyo y financiamiento hizo posible el presente trabajo de investigación.*
- *A la Asociación de Productores de Café Ecológico Regional de Larecaja (APCERL), por las facilidades otorgadas durante la estancia y permitirme realizar el trabajo de campo en sus predios.*
- *A mis asesores: Ing. M.Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez e Ing. M.Sc. Moisés Quiroga Sossa, por el tiempo dedicado en el presente trabajo de investigación.*
- *Al Tribunal Revisor: Ing. José Eduardo Oviedo Farfán, Ing. M.Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales e Ing. M.Sc. Luis Fernando Machicao Terrazas, por su tiempo, observaciones y sugerencias realizadas para la culminación de este trabajo.*
- *Al Ing. Jorge Rojas Acebéy por orientarme, durante el desarrollo de la investigación, por su apoyo incondicional y haber transmitido sus conocimientos y experiencia desinteresadamente para realización y culminación del presente trabajo.*
- *A mis compañeros de Carrera, con quienes compartí momentos inolvidables, especialmente a Silvia Pérez Mamani, por todo su apoyo.*

## CONTENIDO GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
SUMMARY.....	viii

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1.Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.Origen del Café .....</b>	<b>3</b>
2.2.Taxonomía de café .....	3
2.3.Morfología del café .....	3
2.3.1. Raíz .....	4
2.3.2. Tallo.....	4
2.3.3. Hojas .....	4
2.3.4. Flores.....	5
2.3.5. Fruto .....	5
2.4. Variedades de café .....	5
2.4.1. Castillo.....	5
2.4.2. IPR-102 .....	6
2.4.3. IPR- 107 .....	6
2.4.Germinación de café.....	6
2.5.1. Característica de la semilla .....	6
2.5.2. La construcción del almacigo .....	7
2.5.3. Desinfección del almacigo .....	7
2.6. Manejo del almacigo .....	7

2.6.1. Estados de la planta en almacigo .....	7
2.6.2. Tamaño de la bolsa .....	8
2.6.3. Ubicación del almacigo .....	8
2.6.4. Preparación de sustrato .....	8
2.6.5. Trasplante a las bolsas. ....	8
2.7. Crecimiento de plántulas de café .....	9
2.8. Vivero .....	10
2.9. Requerimientos nutricionales de café en vivero .....	10
2.9.1. Abonos orgánicos .....	11
2.9.2. Fósforo .....	11
2.10. Rol de los nutrientes en el crecimiento de plantines de café. ....	11
2.11. Edad de trasplante a campo definitivo .....	12
2.12. Plagas y enfermedades de café en vivero.....	12
2.12.1. Plagas.....	12
2.12.2. Enfermedades.....	13
2.13. Bioinsumos .....	15
2.13.1. Biol.....	15
2.13.2. Compost .....	15
2.13.3. Solucat.....	16
<b>3. LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>17</b>
3.1. Ubicación geográfica .....	17
3.2. Límites territoriales e influencia.....	17
3.4. Relieve.....	17
3.5. Zonas de vida .....	18
3.6. Suelos.....	18
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
4.1. Materiales .....	19
4.1.1. Material de gabinete .....	19
4.1.2. Material biológico .....	19
4.1.3. Bioinsumos .....	19
4.1.4. Materiales de campo y equipos.....	19
4.2. Métodos .....	20
4.2.1. Actividades iniciales para la producción de plantines .....	20
4.2.2. Repique .....	23
4.2.3. Aplicación de bioinsumos.....	24
4.2.4. Prevención de mancha de hierro .....	24
4.2.5. Labores culturales.....	24
4.2.6. Registro de datos.....	24
4.2.8. Variables de respuesta .....	26
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>29</b>

5.1. Porcentaje de germinación .....	29
5.2. Porcentaje de pureza .....	29
5.3. Diámetro de tallo (mm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.....	30
5.2. Número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.....	33
5.3. Número de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.....	36
5.3.1. Altura de primer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	38
5.3.2. Altura del segundo entrenudo (cm) de tres variedades de café con bioinsumos en vivero. ....	41
5.3.3. Altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	43
5.4. Altura de planta (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.....	46
5.5. Presencia de incidencia de plagas y enfermedades de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	52
5.6. Porcentaje de sobrevivencia de tres variedades de café en parcelas definitivas.....	52
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>56</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza para el diámetro de tallo (mm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	30
Cuadro 2. Prueba de Duncan para el diámetro de tallo (mm) de tres variedades de café en vivero.....	30
Cuadro 3. Promedios de diámetro de tallo (mm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.....	31
Cuadro 4. Regresión y correlación lineal del diámetro de tallo (mm) frente a días de desarrollo de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.....	32
Cuadro 5. Análisis de varianza de número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos.....	34
Cuadro 6. Promedios y prueba de Duncan de número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	34
Cuadro 7. Promedios de número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.....	35
Cuadro 8. Análisis de varianza de número de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	36
Cuadro 9. Promedios y prueba de Duncan de número de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	37
Cuadro 10. Promedios y prueba de Duncan de números de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	38
Cuadro 11. Análisis de varianza para la altura del primer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	39
Cuadro 12. Prueba de Duncan para la altura del primer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	39
Cuadro 13. Promedios de altura de primer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	40
Cuadro 14. Análisis de varianza de altura del segundo entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	41
Cuadro 15. Promedios y prueba de Duncan de altura del segundo entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	41
Cuadro 16. Promedios de altura del segundo entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	43
Cuadro 17. Análisis de varianza para la altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	43
Cuadro 18. Promedios y prueba de Duncan para la altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	44
Cuadro 19. Promedios de altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	45
Cuadro 20. Análisis de varianza de la altura (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.....	46



Cuadro 21. Promedios y prueba de Duncan de la altura (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	47
Cuadro 22. Promedios de altura (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	48
Cuadro 23. Regresión y correlación lineal de días de desarrollo y altura de las tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de germinación de tres variedades de café. ....	29
Figura 2. Porcentaje de pureza de variedades de café. ....	29
Figura 7. Promedios de número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	35
Figura 8. Número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	36
Figura 9. Promedios de número de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	37
Figura 10. Promedios de numero de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.....	38
Figura 11. Promedios de altura del primer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	40
Figura 12. Promedios de altura del segundo entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	42
Figura 13. Promedios de altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	44
Figura 14. Promedios de altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	45
Figura 15. Promedios de altura del tercer entrenudo (cm) de la interacción de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	46
Figura 16. Promedios de altura (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	48
Figura 17. Promedios de altura (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	49
Figura 18. Promedios de altura (cm) con una interacción de variedad por bioinsumo de tres variedades de café en vivero.....	49
Figura 19. Regresión dela altura (cm) de la variedad castillo con tres bioinsumos en vivero. ....	50
Figura 20. Regresión de la altura (cm) de la variedad IPR-102 con tres bioinsumos en vivero. ....	51
Figura 21. Regresión de altura (cm) de la variedad IPR-107 con tres bioinsumos en vivero. ....	51
Figura 22. Porcentajes de la presencia de la enfermedad mancha de hierro en tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero. ....	52
Figura 23. Porcentaje de establecimiento inicial de tres variedades de café. ....	53

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el establecimiento de la Asociación de productores de Café Ecológico Regional Larecaja (APCERL), entre el 15 de agosto de 2017 hasta el 10 de mayo de 2018, con el objetivo de evaluar el desarrollo de tres variedades de café y la incidencia de plagas y enfermedades en vivero bajo la aplicación de tres bioinsumos. Para ello se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial. El diámetro de tallo de la variedad Castillo e IPR-102 tienen un crecimiento de  $0.02 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$  e IPR-107  $0.01 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ . La cantidad de hojas por variedad, IPR-102 obtuvo 11 hojas, seguido de Castillo con 10 hojas e IPR-107 con 9 hojas. La cantidad de nudos, la variedad IPR-102 obtuvo 5 nudos, seguido de IPR-107 y Castillo ambas con 4 nudos. El crecimiento en altura de planta entre variedades, Castillo obtuvo 20.6 cm, seguido de IPR-102 con 20.3 cm y la variedad IPR-107 con 14.5 cm, en respuesta a los bioinsumos, con el compost fue 19.8 cm en altura de planta, con el solucat 19.2 cm y biol 16.4 cm. El crecimiento de las variedades IPR-102 y Castillo fue  $0.14 \text{ cm} \cdot \text{día}^{-1}$ , seguido de IPR-107 con  $0.09 \text{ cm} \cdot \text{día}^{-1}$ . En la incidencia de plagas la mancha de hierro fue 30,21% en la variedad IPR-107, seguido IPR-102 con 23,96% y Castillo con 16,67%. El porcentaje de sobrevivencia en las tres variedades fue del 100%. De acuerdo a los resultados la variedad Castillo se destaca por su altura, y la variedad IPR-102 por mayor número de hojas, ambas frente a la variedad IPR-107, entre los bioinsumos se destaca el solucat, seguido del compost.

## SUMMARY

The following study has been made in the establishment of the Producer's Association of ecological coffee from the region of Larecaja (APCERL), from August 15<sup>th</sup> of 2017 till May 10<sup>th</sup> of 2018. The study's main objective is to evaluate the development of three variety of coffee, the incidence of pests and diseases inside a nursery garden under the application of three bio-supplies. For this, we used a completely randomized design with a bifactorial adjustment. The stem's diameter of the Castillo's and IPR-107's variety have a growth of  $0.02 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$  and IPR-107  $0.01 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ . The amount of leaf according variety: IPR-102 with 11 leaves, followed by Castillo with 10 leaves and IPR-107 with 9 leaves. For the number of knots, we have: IPR-102 with 5 knots and IPR-107 and Castillo with 4 knots each. For the growth in height of the plant we have: Castillo with 20.6 cm, IPR-102 with 20.3 cm and IPR-107 with 14.5 cm. As for the bio-supplies the compost was 19.8 cm in the plant's height, the solucat 19.2 cm and the bio 16.4 cm. The growth according the three varieties was: IPR-102 and Castillo with  $0.14 \text{ cm} \cdot \text{day}^{-1}$ , followed by IPR-107 with  $0.09 \text{ cm} \cdot \text{day}^{-1}$ . The incidence of pests we have, the iron stain with a 30.21% in the IPR-107, 23.96% for the IPR-102 and 16.67% for the Castillo. The percentage of survival of these three types was 100%. According to the results, the Castillo variety stands out for height, the IPR-102 for the amount of leaf, both of these better than the IPR-107. And among the bio-supplies the one that stands out is the solucat, followed by the compost.

## 1. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los cultivos más importante en el área subtropical de Bolivia, constituyéndose en una de las principales fuentes de ingresos económicos, es cultivado bajo diferentes sistemas de producción como sistema agroforestal simple, complejo y multiestrato, en el cultivo de café se debe considerar varios factores, como el clima, suelo, variedades y otros. Para el establecimiento adecuado del cultivo de café uno de los factores determinantes es contar con plantines con características morfológicas sobresalientes, y variedades que se adapten a las condiciones edafoclimáticas.

En la comunidad de Chuchuca Esperanza del Municipio de Teoponte los productores de APCERL (Asociación de Productores de Café Ecológico Regional Larecaja), obtienen sus plantines a raíz desnuda que no reúnen la condiciones adecuadas para su establecimiento en parcela, según (FNC – Cenicafe, 2013) menciona que es importante obtener plantines vigorosos, con abundante follaje, con una altura adecuada, plantines libre de plagas para garantizar su establecimiento en parcelas definitivas, según (Salamanca y Sadeghian, 2008) los bioinsumos se constituyen en una alternativa que mejora el desarrollo de plantines de café en vivero.

El trabajo se evaluó con un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, con las variedades IPR-102 e IPR-107 de origen brasilero y la variedad Castillo de origen colombiano, con la aplicación de los bioinsumos: compost, solucat y biol. La producción de plantines se inició a partir del almacigado durante dos meses, el repique de plántulas en bolsas, y la evaluación del crecimiento de los plantines, evaluación de plagas y el trasplante en la parcela definitiva.

El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el desarrollo de tres variedades de café en vivero con la aplicación de compost, solucat y biol, la incidencia de plagas y el establecimiento inicial en parcela en la comunidad de Chuchuca Esperanza.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Evaluar el desarrollo de tres variedades de café (*Coffea arábica*) en vivero bajo la aplicación de tres bioinsumos y la incidencia de plagas y enfermedades, en la comunidad de Cucuta Esperanza.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el desarrollo de tres variedades de café (*Coffea arábica*) en vivero bajo la aplicación de biol, compost y solucat.
- Determinar la incidencia de plagas y enfermedades en tres variedades de café (*Coffea arábica*) en vivero con la aplicación de tres bioinsumos.
- Evaluar el establecimiento inicial de tres variedades de café (*Coffea arábica*) en parcela definitiva.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Origen del Café

El café (*Coffea arábica*), originalmente crecía en las mesetas de Etiopía, de ahí pasó a Yemen entre los siglos XIII y XIV, a la Guayana Holandesa en el siglo XVIII, posteriormente a las Antillas, Sumatra y a la isla de Reunión. Fue introducida al Brasil en 1727 y a fines del siglo XVIII se encontraba distribuida en toda América Central y México (Cuba, 2006).

Según Barrientos (2011) el café es originario de África de las regiones de Etiopía, Kenia y Tanzania, donde las primeras plantaciones estaban ubicadas entre los 1.200 a 1.800 metros de altura, a Bolivia fue traído por los españoles en la época de la colonia.

### 2.2. Taxonomía de café

La clasificación taxonómica del café según (Alvarado & Rojas, 1994).

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Sub-División:</b>	Angiospermae
<b>Clase:</b>	Magnoliata
<b>Sub-clase:</b>	Asteridae
<b>Orden:</b>	Rubiales
<b>Familia:</b>	Rubiaceae
<b>Género:</b>	<i>Coffea</i>
<b>Especie:</b>	<i>arábica</i>

### 2.3. Morfología del café

El café es un arbusto perenne, con una altura que varía de dos a seis metros, pudiendo llegar hasta diez metros en estado silvestre. La copa presenta forma cilíndrica con un

tallo vertical, de donde salen ramificaciones horizontales. Las hojas adultas son de coloración verde oscura, brillante, de forma elíptica, bordes ondulados, nervios secundarios de poca profundidad. Las inflorescencias se desarrollan en las axilas foliares y originan hasta cuatro flores, en una estructura llamada glómérulo. Los frutos presentan un formato oblongo, de coloración amarilla o roja en la maduración, con dos semillas envueltas por una membrana denominada pergamino (Carvalho, 2008).

### **2.3.1. Raíz**

La raíz principal del café es pivotante, porque nace de una semilla con numerosas raíces secundarias. La parte más importante son las raicillas, que son las encargadas de absorber el agua y los nutrientes para la planta (Cuba, 2006). Según FNC (2010) la raíz penetra verticalmente hasta 50 cm de profundidad.

### **2.3.2. Tallo**

El tallo es recto y crece verticalmente. La corteza es rojiza en principio y cuando empieza a lignificarse el tallo adulto es de color gris, los más flexibles son los de la especie arábica (Cuba, 2006).

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

### **2.3.3. Hojas**

Las hojas son opuestas de forma elíptica, peciolo corto, coriáceas, verde brillante en el haz, algo más pálida en el envés y con nervaduras salientes. El color y tamaño varía



según las especies, los bordes son ondulados, están rodeados por dos estípulas agudas que crecen en los nudos del tallo (Cuba, 2006).

#### **2.3.4. Flores**

Las flores son hermafroditas, gamopétalas y gamosépalas, se insertan en las axilas de las hojas de las ramas plagiotrópicas. La inflorescencia se forma en grupos de cuatro sobre un tallito corto llamado glomérulo, existiendo de 3 a 5 de ellos en la base de cada hoja. El total de flores por axila varía de 2 a 16, el color de los pétalos es blanco y el pistilo es tubular, con dos lóculos donde crecen las semillas (Cuba, 2006).

#### **2.3.5. Fruto**

El fruto es una drupa con dos semillas generalmente son planoconvexas, se forma como resultado de la unión del grano de polen con el óvulo, luego de la fecundación la semilla se llena de un tejido verde claro y acuoso, el cual se va endureciendo a medida que avanza la maduración del fruto, varía entre 28 a 32 semanas de acuerdo a la temperatura del lugar de la plantación y la variedad, adquiriendo una forma ovoide con un pedúnculo (Cuba, 2006). Según Barrientos (2011) los frutos son bayas de tamaño pequeño, están formado por la cascara o epicarpio, la pulpa o mesocarpio, el pergamino o endocarpio que cubre la almendra, el embrión y la almendra o endospermo.

### **2.4. Variedades de café**

#### **2.4.1. Castillo**

Originaria de Colombia proviene del cruce entre las variedades Caturra e Híbrido Timor, se caracteriza por una resistencia completa e incompleta a la roya del café y enfermedad de las cerezas. Presenta un porte bajo con un altura de 1.45 m a 1,50m, se adapta en zonas cafetaleras, con una producción superior a otras variedades,

granos de mayor tamaño, excelente calidad de tasa (Alvarado *et al.*, 2005). Según Jatún Sacha (2014) el rendimiento promedio es de 2500 kg/ha.

#### **2.4.2. IPR-102**

IPR-102 se originó en Brasil del cruce de las variedades "Catuaí" e "Icatu", es una variedad de tamaño mediano con alta rusticidad, ciclo de maduración tardía, presenta un altura de 0,62 m, con una producción de 60 qq/ha, es resistente a bacterias y parcialmente a la roya. Esta variedad está indicada para regiones cafetaleras de baja altitud, suelos arcillosos, (Sera *et al.*, 2002).

#### **2.4.3. IPR- 107**

Originaria de Brasil, la IPR 107 resultado del cruce de las variedades IAPAR 59 y Mundo Novo, se originó en el IAPAR (Instituto Agronómico Paraná), esta variedad es recomendada para regiones con una temperatura promedio anual entre 18 °C y 21 °C, altitud 750 msnm, es una variedad de tamaño mediano aproximadamente 0,73 m, con una producción de 60 qq/ha y alta rusticidad, ciclo de maduración tardía, es resistente a bacterias y parcialmente a la roya, frutos rojos, ligeramente superior a la Mundo Novo con ramificación similar, el diámetro de copa es similar al Catuai (IAPAR, 2018).

### **2.4. Germinación de café**

#### **2.5.1. Característica de la semilla**

La semilla de café es una nuez oblonga, plano convexa, de tamaño variable (10 - 18 mm de largo y 6,5 – 9,5 mm de ancho), constituida en su mayor parte por un endospermo córneo, en uno de cuyos extremos y muy superficialmente se encuentra un embrión de 3,5 a 4,5 mm de largo, de radícula cónica y cotiledones cordiformes (Dedecca, 1957).

## **2.5.2. La construcción del almacigo**

El almacigo debe tener 0,7 m de alto, 1,50 m de largo y 1 m de ancho, elevado del suelo para evitar salpicaduras de lluvia, contaminación con aguas de escorrentía o provenientes de desagües, los daños ocasionados por animales domésticos y para evitar el ataque de patógenos *Rhizoctonia solani*, organismo nativo del suelo. El sustrato del almacigo debe tener 0,30 m de profundidad, en la base se coloca una capa de gravilla de 1 cm de profundidad, para proporcionar un buen drenaje. (Castro y Rivillas, 2008).

## **2.5.3. Desinfección del almacigo**

Es necesario desinfectar la arena con el fin de prevenir el ataque de *Rhizoctonia solani*, de esta manera se evita la pérdida de semilla y la mortalidad de las plántulas de café, se puede utilizar agua hervida o Trico-D, con una dosis de 10 cc para 2 litros de agua por metro cuadrado (Castro y Rivillas, 2008).

## **2.6. Manejo del almácigo**

### **2.6.1. Estados de la planta en almacigo**

Las plántulas se obtienen a los 75 días, para el trasplante deben descartarse las chapolas débiles, cloróticas, con malformaciones radicales (Arcila, Botero, 1985).

Las plántulas que salen del almácigo no deben tener síntomas de pudrición y volcamiento, esto se evidencia por el color café oscuro o negro en el cuello de la raíz o en las raíces. Es posible que la raíz presente dos raíces principales, lo que se conoce como raíz bifurcada, que tiene un efecto negativo en el desarrollo y producción de la planta adulta. (Velasquez *et al.*, 2003)

### **2.6.2. Tamaño de la bolsa**

Las bolsas de polietileno negro tienen una dimensión de 16 cm x 24 cm (diámetro x alto), con capacidad de 1 kg de sustrato permite un adecuado crecimiento de la raíz durante los primeros 4 meses, deben tener perforaciones en la base para el drenaje de agua, con el fin de evitar encharcamientos que ocasionan amarillamiento y muerte de las plántulas. Para plantas en vivero por más de seis meses, es necesario utilizar bolsa de 2,0 kg (Salazar, 1979; Salazar, 1991).

### **2.6.3. Ubicación del almacigo**

El almacigo debe de ubicarse en un sitio con buen drenaje, buena luminosidad, sin estar expuesto a vientos fuertes, además se requiere que tenga fácil acceso y disponibilidad de riego, (ICAFE, 2011).

### **2.6.4. Preparación de sustrato**

El sustrato debe garantizar buena nutrición inicial de la planta y tener condiciones físicas que permitan un buen desarrollo del sistema radical (ICAFE, 2011).

El sustrato debe estar constituido por suelo suelto, granza de arroz y abono orgánico descompuesto mezclados en las proporciones: suelo del lugar 50%, abono orgánico (compost) 25%, granza de arroz 25% (ICAFE, 2011).

### **2.6.5. Trasplante a las bolsas.**

El trasplante de plántulas a bolsas debe hacerse en la parte central, a suficiente profundidad para que la raíz no quede torcida. Si la raíz es muy larga debe cortarse no más de 1/3 de su longitud para que no quede doblada y evitar de esta manera que se produzca el defecto “cola de marrano”, que ocasiona un mal desarrollo y mal anclaje

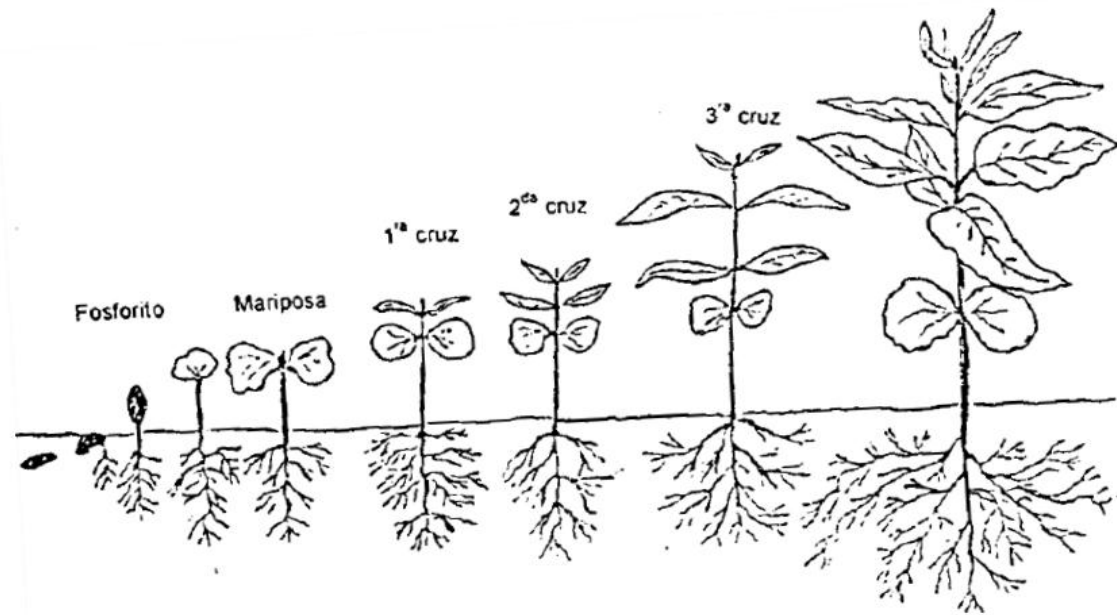
de las plantas en el campo. Las plántulas deben compactarse dentro la bolsa (FNC, 2004).

## **2.7. Crecimiento de plántulas de café**

A los dos meses después de la germinación la plántula forma el primer par de hojas verdaderas, posteriormente estas forman entre 6 a 8 pares de hojas verdaderas, aproximadamente el primer par de ramas se forma entre 7 y 8 meses, a partir del trasplante comienza la formación de las ramas que van a ser responsables de la producción (Arcila *et al.*, 2001). Las hojas en promedio se originan entre 25 a 30 días, en un año se forman aproximadamente entre 12 a 14 pares de ramas primarias o cruces.

Según (Arcila *et al.*, 2001) comprende las siguientes fases:

- Emergencia, las semillas emergen desde el suelo y se ven los hipocótilos con los cotiledones a través del pergamino.
- Cotiledones cerrados, el primer par de hojas verdaderas sin abrir se separan del ápice del tallo.
- Primer par de hojas abiertas pero aun no alcanzan su tamaño final, hojas color verde claro o bronceado.
- Segundo par de hojas abiertas, sin alcanzar su tamaño final, hojas de color verde claro o bronceado.
- Tres pares de hojas abiertas, sin alcanzar su tamaño final, el tercer par de hojas a partir del ápice es de color verde oscuro.
- Cuatro pares de hojas abiertas, el cuarto par de hojas a partir del ápice es de color verde oscuro alcanzado su tamaño final en vivero.



Etapas de crecimiento de la plántula de café en vivero (Quisbert, 2004).

## 2.8. Vivero

Se llama vivero a un terreno dedicado a la multiplicación y a la cría de plantines hasta el momento en que están suficientemente fuertes para ser trasplantadas (Rodríguez, 1998).

El vivero debe estar ubicado cerca de una fuente de agua permanente, terreno con una ligera pendiente (Sociedad Guapomó – MINGA, 2008).

En el vivero las plántulas permanecen de cuatro a seis meses, hasta que tengan entre cuatro a cinco cruces, las plántulas deben tener un desarrollo adecuado para ser trasplantadas (Figuerola, 2006).

## 2.9. Requerimientos nutricionales de café en vivero

La nutrición en la etapa de almácigo comienza desde el trasplante de la plántula hasta el momento del trasplante en campo definitivo. Diversas investigaciones han

demostrado que el café responde positivamente a la aplicación de abonos orgánicos y fósforo (Ávila *et al.*, 2010),

### **2.9.1. Abonos orgánicos**

Por lo general la mayor fuente de materia orgánica en las fincas cafeteras es el mucílago, en cuyo caso se recomienda su uso solo cuando está descompuesta. Para ello se sugiere mezclarla con el suelo en porción 1 a 1 (Mestre, 1973).

### **2.9.2. Fósforo**

Cuando se emplean bolsas grandes (17 x 23 cm) se sugiere aplicar 2 g de fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) por plántula entre los 2 y 4 meses después del trasplante, mientras para bolsas pequeñas es suficiente con la primera aplicación, pues normalmente el trasplante se lleva a cabo antes de los cuatro meses. El fertilizante más empleado es el fosfato diamónico el cual contiene 46% de fosforo, 18% de nitrógeno (Mestre, 1973).

## **2.10. Rol de los nutrientes en el crecimiento de plantines de café.**

Para que el plantín desarrolle normalmente, requiere de un suministro constante y balanceado de nutrientes, la carencia de uno o varios elementos nutritivos se empieza a manifestar síntomas de deficiencia como: clorosis, deformación y defoliación de las hojas, bajo crecimiento, necrosis y muerte progresiva, cuando esto ocurre el crecimiento y desarrollo de las plantas es anormal (Arista, 2011).

Los elementos requeridos por el cultivo de café para su crecimiento y desarrollo según (Duicela, 2011, UNICAFE, 1996), son: El Nitrógeno (N), forma parte de la molécula de clorofila necesario para el proceso fotosintético de las plantas y el desarrollo foliar. El Fósforo (P) es el elemento que interviene en la transferencia de energía, el desarrollo de raíces, tallos, ramas y en la floración de las plantas. El potasio es importante en la formación de tejidos de sostén, tallo, hoja y frutos. Fortalece el cafeto y le ayuda a resistir las plagas y enfermedades. El Calcio (Ca) estimula el desarrollo de raíces y

hojas, influye en los rendimientos en forma directa mejorando las condiciones de crecimiento de las raíces al reducir la acidez del suelo, estimula la actividad microbiana y contribuye al aprovechamiento de otros nutrientes. El Azufre (S) es esencial en la formación de proteínas, vitaminas y enzimas, además forma parte de algunos aminoácidos, ayuda al desarrollo de las raíces y a la producción de semilla. El Magnesio (Mg) es el componente de la clorofila (color verde), por lo tanto influye en el desarrollo foliar y la germinación de las semillas. El zinc (Zn) controla la producción de los reguladores de crecimiento, el desarrollo de tejidos nuevos así como también favorece la absorción de fósforo. El Boro (B) su función está estrechamente relacionada con la actividad metabólica, el desarrollo de la pared celular, el transporte de azúcares y la formación de proteína. El Hierro (Fe) es un catalizador para la formación de la clorofila aun cuando no forma parte de ella, es esencial en la síntesis de proteínas. El Manganeseo (Mn) activa las reacciones metabólicas y desempeña un papel directo en la fotosíntesis al ayudar a la planta a sintetizar la clorofila.

## **2.11. Edad de trasplante a campo definitivo**

Cuando los almácigos se realizan en bolsas se puede trasplantar los plantines con el primer par de ramas primarias después de seis meses, antes de seis meses compiten con malezas y requieren desyerbes, plantines con más de seis meses aumenta el estrés, las plantas desarrollan un sistema radical atrofiado y están propensas al volcamiento y a la proliferación de chupones (Uribe, Mestre, 1978 y Arcila, 2000).

## **2.12. Plagas y enfermedades de café en vivero**

### **2.12.1. Plagas**

#### **2.12.1.1. Nematodos (*Meloidogyne exigua*)**

Los nematodos atacan al sistema radicular, produce la formación de agallas o nudos en las puntas de las raíces, bloquean y destruyen los pelos absorbentes (Castañeda,



2000). Según Cuba (2006) succionan la raíces perjudicando la absorción de agua y nutrientes, esto puede evitarse desinfectando almácigos y viveros utilizando agua caliente.

#### **2.12.1.2. Cochinillas (*Coccus viridis*)**

La escama verde *Coccus viridis* (green) aparece en algunas plantas después del trasplante, generalmente acompañada de fumagina y hormigas. Una de las formas de poder controlarlos es quitando las hojas y limpiando las ramas con un paño áspero (Cuba, 2006). Las escamas pueden debilitar las plantas, e incluso pueden causar la muerte, mediante la succión de savia, inyección de toxinas y por la excreción de miel de rocío, que sirve como sustrato para el establecimiento y desarrollo de fumaginas (Kondo y Muñoz, 2009, citado por ICAFE, 2011).

#### **2.12.1.3. Minador de hoja (*Leucoptera coffeella*)**

Son larvas de mariposa, se alimentan internamente de hojas, formando manchas irregulares características de la plaga, las manchas viejas presentan separación de la epidermis superior y la inferior, al separarlas se puede observar las larvas de la mariposa. Una vez crecidas llegan a formar capullos en forma de tela de araña, que dura más o menos dos semanas, para luego pasar al estado de crisálida y emerger como adulto de mariposa (Cuba, 2006). Según Castañeda (2000) atacan en época seca, los adultos son mariposas blancas. Al respecto Jatún S. (2009), señala que son mariposas nocturnas, ovipositan sobre las hojas, emergiendo las larvas a la semana.

### **2.12.2. Enfermedades**

#### **2.12.2.1. Mal de almácigos (*Rhizoctonia solani*)**

Es una enfermedad de plantas pequeñas, se caracteriza por la presencia de una lesión en la región del cuello de las plántulas, a medida que avanza la mancha éstas se

marchitan y se doblan en el lugar de la lesión. Para controlar el hongo se debe desinfectar el sustrato con agua hervida, en vivero aplicar una mezcla de 1 kg de ceniza en 10 litros de agua (Cuba, 2006). Según Castañeda (2000), el hongo ataca a la cabeza en estado de fosforo ya formada, estrangula el cuello del tallo y mata a la plántula.

#### **2.12.2.3. Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*)**

Conocida también como cercosporiosis Ataca desde el vivero hasta cafetales adultos, especialmente cuando el suelo tiene poca materia orgánica, se inicia con pequeñas manchas circulares de color marrón rojizo en las hojas y a medida que crecen el centro se hace gris rodeado de un aro rojizo, en los frutos la pulpa se pega a la semilla y provoca la mancha en el café pergamino (Jatun Sach'a, 2009). Según Cuba (2006), es una enfermedad muy común por deficiencia de nutrientes, causando defoliaciones que retardan su crecimiento, atacan los frutos próximos a la maduración especialmente en las partes más expuestas al sol. (Castañeda, 2000) al respecto menciona que afecta a plantas mal nutridas.

#### **2.12.2.5. Muerte de plántulas o “damping off”**

Esta enfermedad aparece en almácigo y es ocasionada por un complejo de hongos, pertenecientes a especies de *Rhizoctonia*, *Pythium* o *Fusarium spp.*, destacándose *Rhizoctonia solani*. Es favorecido por sustrato contaminado, exceso de humedad y sombra en el vivero, (Ochse *et al.*, 1991). Se lo reconoce por la presencia de círculos en almácigo y vivero (Sociedad Guapomó – MINGA, 2008). Según Rodríguez (2015), los síntomas que se observan son manchas oscuras en las raíces y canchales en la base de los tallos, los hongos son habitantes del suelo y sobreviven en material vegetal infectado o formando estructuras especializadas.

## **2.13. Bioinsumos**

Es todo aquel producto biológico que haya sido producido por microorganismos, extractos o compuestos bioactivos derivados de ellos y que esté destinado a ser aplicado como insumo en la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial, agroenergética (Diana *et al.*, 2015).

### **2.13.1. Biol**

El biol es un efluente líquido por descomposición anaeróbica de desechos orgánicos que se descarga frecuentemente de un biodigestor, promueve el crecimiento de los vegetales, principalmente el área foliar efectiva en cultivos, el biol puede ser enriquecido con sales minerales. (Guanopatín, 2012).

#### **2.13.1.1. Materiales para biol o biofertilizante (ABC, 2007)**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidades</b>
Agua sin tratar	180 litros
Estiércol de vaca (fresco)	50 kilos
Melaza (jugo de caña )	2 o 4 litros
Leche (suero)	
Ceniza de leña o harina de roca	

### **2.13.2. Compost**

El compost es un abono natural que resulta de la descomposición y transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas, su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), en promedio tiene 1,04% de N, 0,8% de P y 1,5% K (Guerrero, 1996). Según (Chilon E., & Chilon H., 2014), el compost puede contener ceniza, cal y sustancias químicas.

### 2.13.3. Solucat

Solucat 10-52-10 es un abono soluble NPK enriquecido con microelementos quelatados.

#### 2.13.3.1. Composición

Nitrógeno (N) total	10 %
Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	52 %
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	10 %
Hierro (Fe) EDTA	0,02 %
Manganeso (Mn) EDTA	0,01 %
Boro (B) soluble en agua	0,01 %
Cobre (Cu) EDTA	0,002 %
Zinc (Zn) EDTA	0,002 %

(ATLÁNTICA, 2018).

#### 2.13.3.2. Dosis

<b>Cultivos</b>	<b>Fertirrigación</b>	<b>Foliar</b>
Frutales	2 – 5 Kg/ha.	200 – 300 g/100L.
Hortícolas	2 – 5 Kg/ha.	200 – 300 g/100L.
Cultivos Extensivos	2 – 5 Kg/ha.	200 – 300 g/100L.
Ornamentales	3 – 5 Kg/ha.	200 – 300 g/100L.
Viveros	3 – 5 Kg/ha.	200 – 300 g/100L.

### **3. LOCALIZACIÓN**

#### **3.1. Ubicación geográfica**

El Municipio de Teoponte pertenece a la octava sección de la provincia Larecaja ubicada al noroeste del Departamento de La Paz, geográficamente se ubica a 15° 24' 16" latitud sur y 67° 41' 08" longitud oeste, a una altura entre 291 a 1.756 msnm, con una extensión territorial de 1.369,60 km<sup>2</sup> el acceso vial es por la ruta La Paz – Yolosa – Caranavi – Teoponte (Capital de sección) con una distancia de 270 km (MMNPT, 2013).

Dentro de su jurisdicción comprende a cuatro cantones: Teoponte, Mayaya, Santo Domingo y 2 de agosto y actualmente existe un distrito indígena correspondiente al grupo étnico Lecos. La zona de trabajo está localizada en el cantón 2 de agosto donde se encuentran ubicadas las parcelas del cultivo de café de APCERL que comprende a ocho comunidades: Unión Cordillera, Espíritu Santo, Villa Trinidad, Sorata, San Julián, Illimani, Chuchuca Esperanza y Flor Huaycho (MMNPT 2013).

#### **3.2. Límites territoriales e influencia**

Los límites del Municipio Teoponte son: al noroeste con la provincia Franz Tamayo (municipio Apolo), al noreste con la provincia Sud Yungas (Municipio Palos Blancos), al este y al sur con la provincia Caranavi (Municipio Caranavi), al oeste con el Municipio de Guanay. Se encuentra en la zona de influencia del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi (MMNPT, 2013).

#### **3.4. Relieve**

El Municipio presenta serranías fuertemente disectadas, con cimas agudas y muy escarpadas, susceptibles a la erosión, con grandes cañadones y pendientes hasta 65

grados, por su posición altitudinal y topografía accidentada define una variedad de microclimas (Calle, 2013).

### **3.5. Zonas de vida**

Las principales provincias cafetaleras están comprendidas dentro de la región ecológica denominada: subtropical de tierras de valle. La región abarca las áreas conocidas como Los Yungas y la faja sub andina del norte y centro, bosques de medio Yungas y bosques de Yungas inferiores. En Teoponte se tiene los sistemas de vida bosque montano húmedo (Holdridge, citado por Calle, 2013).

### **3.6. Suelos**

Las principales características de los suelos en el municipio de Teoponte son: suelos de textura arenoso, arcilloso y franco limoso, presentando una capa de humus en la superficie, con pH ácido debido a la descomposición de la materia orgánica, y su mayoría de color pardo rojizo pardo amarillento, rojo amarillento y rojo. Áreas con pendientes mayores a 30 grados, presentan suelos poco profundos, constituido por pizarras, areniscas, diamictitas, lutitas, cuarcitas paleozoicas y conglomerados cuaternarios (MMNPT, 2013).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se llevó a cabo a partir del mes de agosto 2017 y mayo del 2018 en el Municipio de Teoponte, en la Asociación APCERL (Asociación de Productores de Café Regional Larecaja), ubicado en la comunidad de Chuchuca Esperanza.

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Material de gabinete**

- Computadora
- Regla metálica
- Hojas milimetradas
- Lapiceros

#### **4.1.2. Material biológico**

Se utilizaron las variedades de café IPR-102, IPR-107 y Castillo, obtenidas de Brasil y Colombia.

#### **4.1.3. Bioinsumos**

- Biol.
- Solucat
- Compost.

#### **4.1.4. Materiales de campo y equipos**

- Vernier
- Regla
- Machete
- Tamizador
- Mochila pulverizadora
- Bolsas de polietileno
- Moto desbrozadora
- Motosierra

## **4.2. Métodos**

### **4.2.1. Actividades iniciales para la producción de plantines**

#### **4.2.1.1. Obtención de semilla**

Las semillas se obtuvieron de Brasil y Colombia, las mismas fueron seleccionadas y almacigadas a una profundidad del doble de diámetro de la semilla.

#### **4.2.1.2. Preparación de almaciguera**

Se construyó una almaciguera de 1,5 m de largo, 1 m de ancho, con una altura de 30 cm, con tres divisiones, una por variedad.

La primera desinfección se realizó con 20 litros de agua hervida dejando en reposo por 24 horas, la segunda se realizó con 50 cc de Tricodam en 20 litros de agua para el control de hongos y nematodos, dejando en reposo por 48 horas.

La siembra se realizó al voleo en las siguientes cantidades:

- Castillo 360 g
- IPR – 102 265 g
- IPR – 107 230 g

El almacigo se cubrió con una semisombra para evitar radiación solar excesiva. El riego se realizó de 2 a 3 veces por semana.

#### **4.2.1.3. Elaboración de compost**

La elaboración del compost se realizó con materiales locales, en la siguiente proporción:



- 30 costales de gallinaza
- 10 costales de hojarasca o tajos del monte
- 20 L de melaza
- 10 kg Cal
- 4 costales de tajos de plátano
- 200 g levadura
- 10 kg roca fosfórica
- 1 costal de estiércol de bovino

El compost se realizó durante dos meses, se apilo en capas humedeciendo permanentemente con agua. La descomposición del compost fue aeróbica para la protección del compost y el lavado de nutrientes, se cubrió con un protector impermeable. Para homogeneizar la descomposición del compost se realizó el volteo 2 a 3 veces a la semana.

#### **4.2.1.4. Elaboración de biol**

La elaboración del biol se realizó con materiales locales en la siguiente proporción:

- 1 recipiente plástico de 200 litros
- 50 kg estiércol de bovino fresco
- 1 Manguera de ½ pulga de 1 metro de largo
- 200 g de levadura
- 1 litro yogurt
- 1 niple de ½ pulgada
- 10 litros de melaza de chancaca
- 150 litros de agua

El biol se realizó durante 40 días, la descomposición fue anaeróbica. Para verificar la calidad del biol, este no debe presentar olor a putrefacción.

#### **4.2.1.5. Composición del biol de gallinaza**

De acuerdo al análisis la composición del biol de gallinaza (Anexo 3) presenta la siguiente concentración de nutrientes.

Fósforo	13 mg P-O <sub>4</sub> /l
Magnesio	131 mg/l
Nitrógeno	2343 mg/l
pH	7,4
Potasio	3899 mg/l

#### **4.2.1.6. Composición del biol de estiércol bovino**

De acuerdo al análisis la composición del biol bovino (Anexo 3) presenta la siguiente concentración de nutrientes.

Fósforo	13 mg P-PO <sub>4</sub> /l
Magnesio	202 mg/l
Nitrógeno	284 mg/l
pH	7,4
Potasio	400 mg/l

#### **4.2.1.7. Preparación del terreno para la construcción del vivero**

Para la construcción del vivero se realizó la limpieza del terreno, el nivelado con una pendiente aproximada de 2 % para evitar posibles anegamientos en época lluviosa.

#### **4.2.1.8. Establecimiento del vivero**

Se plantaron nueve postes de 2.5 m de largo con un diámetro 25 cm distanciados a 3 m y 2 m, sobre los postes se extendieron cable galvanizado como soporte para la malla semisombra.

#### **4.2.1.9. Preparación de sustrato para el vivero**

La preparación de sustrato se realizó con suelo del lugar, hojarasca (tajos del monte) y arena, para mejorar las condiciones fisicoquímicas y la fertilidad del sustrato. La proporción de mezcla fue la siguiente: 50% suelo del lugar, 20% de hojarasca (tajos de monte) y 10% de arena.

#### **4.2.1.10. Composición del sustrato**

De acuerdo al análisis la composición del sustrato (Anexo 2) presenta la siguiente composición.

Fósforo	3069 mg/kg
Magnesio	1355 mg/kg
Materia orgánica	18 %
Nitrógeno	0,52 %
pH acuoso	4,5
Potasio	2322 mg/kg

#### **4.2.1.11. Composición del sustrato más el compost**

De acuerdo al análisis la composición del sustrato con compost (Anexo 2) presenta la siguiente concentración de nutrientes.

Fosforo	7002 mg/kg
Magnesio	2600 mg/kg
Materia orgánica	18 %
Nitrógeno	0,58 %
pH acuoso	5,8
Potasio	2175 mg/kg

#### **4.2.1.8. Llenado de bolsas con sustrato**

El llenado se realizó en bolsas de polietileno color negro con un ancho de 16 cm y un largo de 24 cm, inicialmente fueron perforadas para evitar el anegamiento y muerte de los plantines, las bolsas fueron compactadas para evitar espacios vacíos, luego fueron dispuestas en el vivero.

#### **4.2.2. Repique**

El repique se realizó en bolsas de polietileno cuando la plántula se encontraba en etapa de chapola o mariposa (sanas, vigorosas, bien formadas, raíz pivotante recta), trasplantando en el menor tiempo posible sin exponer al sol.

#### **4.2.3. Aplicación de bioinsumos**

Se realizó la aplicación de bioinsumos en la siguiente proporción.

- T - 1 se aplicó 350 cc de biol / 7 litros de agua.
- T - 2 se aplicó 350 g de solucat / 7 litros de agua.
- T - 3 se adiciono 10 % compost

#### **4.2.4. Prevención de mancha de hierro**

La prevención de mancha de hierro fue con caldo bordelés en las siguientes proporciones:

- 100 g de Cal
- 100 g de Sulfato de cobre
- 10 litros de agua

#### **4.2.5. Labores culturales**

Se realizaron desyerbes dos veces al mes, alrededor del área experimental y en cada bolsa. El riego se realizó 2 veces por semana en horas de la tarde.

#### **4.2.6. Registro de datos**

La evaluación se realizó en 10 plantines seleccionados al azar por tratamiento y por repetición.

##### **4.2.7.1. Diseño experimental**

El análisis de varianza se realizó mediante el diseño Completamente al Azar (Calzada, 1983) con arreglo bifactorial, los factores fueron variedades y bioinsumos. Para la evaluación de medias bajo la prueba de Duncan al 5%

#### 4.2.7.1.1. Factores y variables de estudio

<b>Factor A</b> <b>Variedades de café</b>	<b>Factor B</b> <b>Bioinsumos</b>
- CASTILLO - IRP – 102 - IRP – 107	- BIOL - SOLUCAT - COMPOST

#### 4.2.7.1.2. Formulación de tratamientos

- V1 x F1 Castillo por Biol
- V1 x F2 Castillo por Solucat
- V1 x F3 Castillo por Compost
- V2 x F1 IRP-102 por Biol
- V2 x F2 IPR-102 por Solucat
- V2 x F3 IPR-102 por Compost
- V3 x F1 IPR-107 por Biol
- V3 x F2 IPR-107 por Solucat
- V3 x F3 IPR-107 por Compost

#### 4.2.7.1.3. Modelo lineal

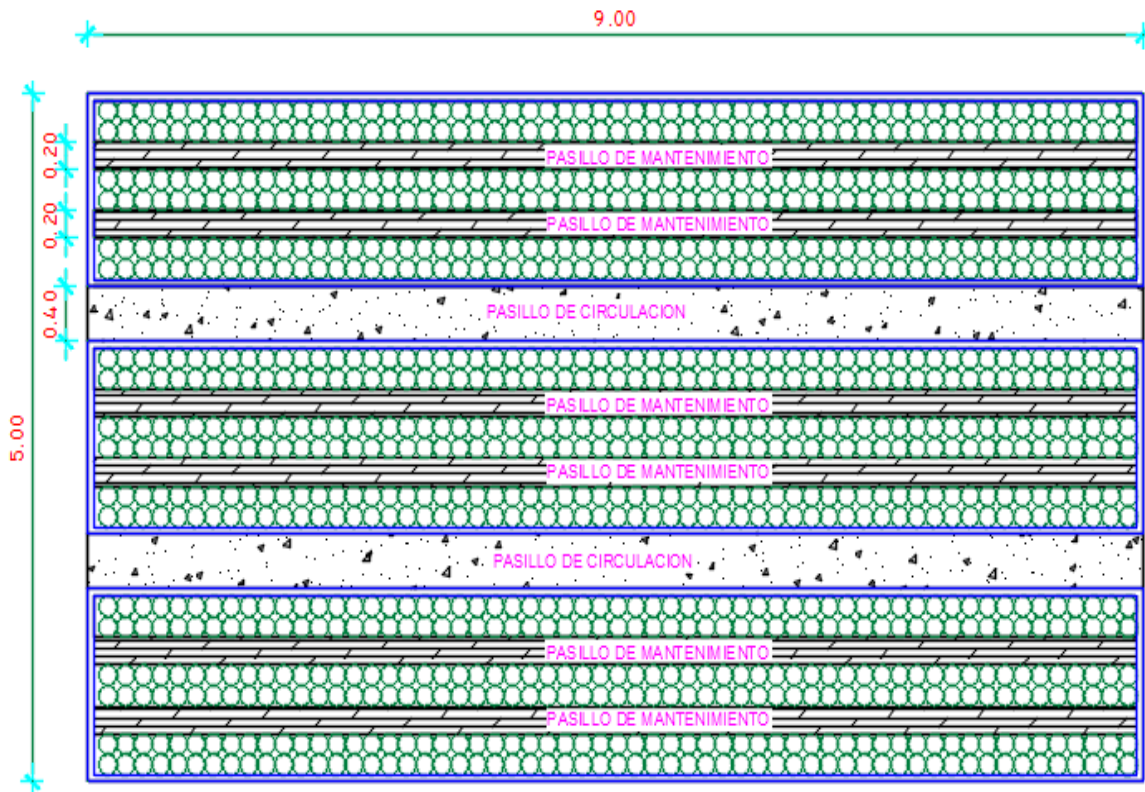
(Calzada, 1983) indica que modelo lineal para un diseño completamente al azar bifactorial es el siguiente:

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

**Donde:**

- $Y_{ijk}$  = Variable de respuesta.
- $\mu$  = Media general
- $\alpha_i$  = Efecto fijo del i-ésima variedad
- $\beta_j$  = Efecto fijo del j-ésimo bioinsumo
- $(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo variedad con el j-ésimo bioinsumo
- $\epsilon_{ijk}$  = Error experimental.

#### 4.2.7.1.4. Croquis del área experimental



#### 4.2.8. Variables de respuesta

##### 4.2.8.1. Variables de semilla

##### 4.2.8.1.1. Porcentaje de germinación

$$\% G = \frac{NSG}{TSU} \times 100 \%$$

Dónde:

%G = Porcentaje de germinación (%)  
NSG = Número de semillas germinadas  
TSU = Total de semillas utilizadas

#### **4.2.8.1.1. Porcentaje pureza**

$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{peso de la semilla}}{\text{peso total de la muestra}} \times 100 \%$$

#### **4.2.8.2. Variables**

##### **4.2.8.2.1. Altura de la planta**

Se evaluó a los 30 días después del repique cada 15 días, desde el nivel del sustrato hasta el ápice.

##### **4.2.8.2.2. Diámetro de tallo**

Se evaluó a partir de los 30 días después del repique, cada 15 días con un calibrador.

##### **4.2.8.2.3. Número de hojas por planta**

Se evaluó a partir de 30 días después de repique, cada 15 días desde el primer par de hojas verdades sin evaluar las hojas cotiledonales.

##### **4.2.8.2.4. Número de entrenudos**

Se tomó la medición de entrenudos a partir del primer par de hojas verdades cada 15 días.

##### **4.2.8.2.5. Número de nudos**

Se tomó la medición de nudos a partir del primer par de hojas verdades cada 15 días.

### 4.2.8.3. Variables de incidencia de plagas y enfermedades

#### 4.2.8.3.1. Control de plagas y enfermedades

Se aplicó caldo bordelés cada 15 días en dos oportunidades para el control de mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en una relación de 1 litro de caldo bordelés / litro de agua.

- (%) Incidencia de enfermedades = 
$$\frac{\# \text{ de hojas afectadas}}{\# \text{ de hojas evaluadas}} \times 100$$

- (%) de plagas: Severidad = 
$$\frac{\# \text{ de ácaros / árbol}}{\# \text{ de árboles monitoreados}} \times 100$$

#### 4.2.8.4. Porcentaje de Supervivencia (mortalidad)

El porcentaje de mortalidad se logró determinar haciendo una relación entre el número total de plantas trasplantadas al campo definitivo y el número de plantas finales (plantas vivas), para esta variable se dio el conteo al inicio del trasplante y otro conteo se dio después de dos semanas al final de la evolución.

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

Dónde:

PM (%) = Porcentaje de mortalidad

NPM = Número de plantas muertas

NTPI = Número total de plantas al inicio



## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Porcentaje de germinación

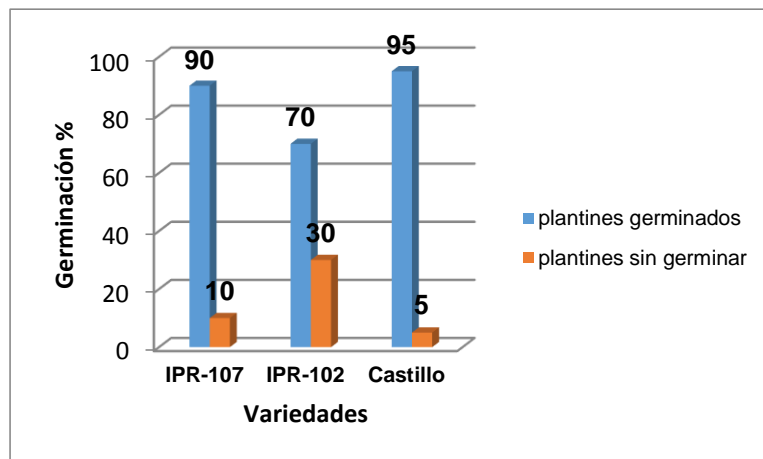


Figura 1. Porcentaje de germinación de tres variedades de café.

El porcentaje de germinación (Fig.1) de la variedad Castillo fue 95%, seguido de IPR-107 e IPR-102 con 90% y 70% respectivamente.

### 5.2. Porcentaje de pureza

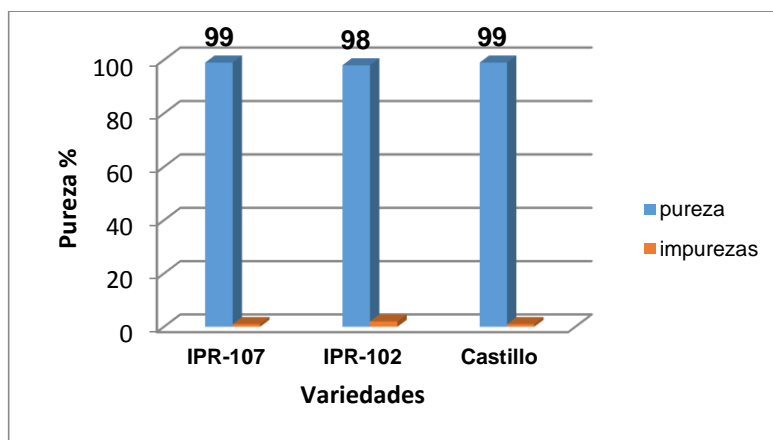


Figura 2. Porcentaje de pureza de variedades de café.

El porcentaje de pureza (Fig.2) la variedad Castillo e IPR-107 fue 99%, seguido de IPR 102 con 98%.

### 5.3. Diámetro de tallo (mm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro de tallo (Cuadro 1), se observa que existe diferencias altamente significativas ( $Pr < 0.01$ ) en el factor variedades, para el factor bioinsumos no se observa diferencias estadísticas ( $Pr > 0.05$ ), así como en la interacción variedades por bioinsumos, lo que indica que estos factores actúan en forma independiente.

**Cuadro 1. Análisis de varianza para el diámetro de tallo (mm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	2.06	2	1.03	14.67	<0.0001
Bioinsumos	0.03	2	0.01	0.18	0.8334
Variedad*Bioinsumos	0.13	4	0.03	0.46	0.7654
Error	1.89	27	0.07		
Total	4.1	35			

Cv=6.55%, SC= sumatoria de cuadrados, gl= grados de libertad; CM= cuadrado medio, F= F calculado, p-valor= valor de la probabilidad.

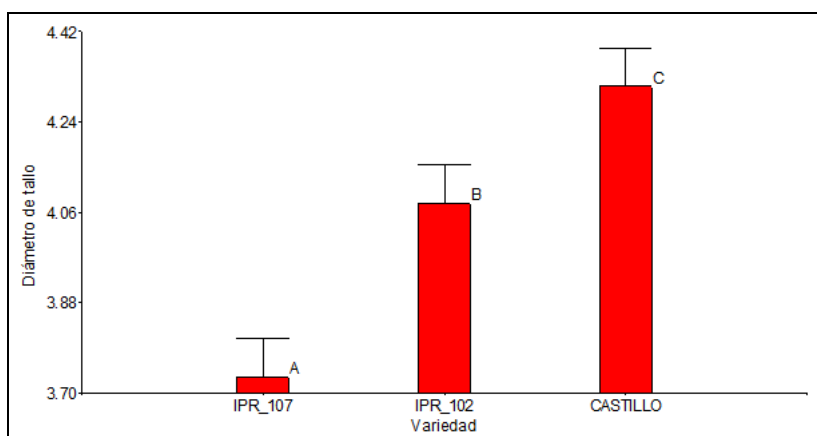
En el Cuadro 1, se observa que el coeficiente de variación es de 6.55% clasificado como muy bajo Calzada, (1983), otorgando a los datos una alta confiabilidad.

**Cuadro 2. Prueba de Duncan para el diámetro de tallo (mm) de tres variedades de café en vivero.**

Variedad	Medias (mm)	E. E.	Prueba Duncan (5%)
Castillo	4.31	0.08	A
IPR - 102	4.08	0.08	B
IRP - 107	3.73	0.08	C

En el Cuadro 2 y Figura 1, se observa los promedios y prueba de Duncan (5%) del diámetro de tallo de las tres variedades de café, la variedad Castillo es superior estadísticamente con 4.31 mm frente a las variedades IPR-102, IPR-107 con 4.08 mm

y 3.73 mm respectivamente. Según Mamani, (2012) en la variedad paraíso con la aplicación de compost orgánico obtuvo 0.33 cm de diámetro de tallo en vivero, por otro lado (Melo *et al.*, 2003), obtuvieron diámetros entre 2.45 mm hasta 2.72 mm.



**Figura 3. Promedios de diámetro de tallo (mm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

En el Cuadro 3, se muestra los promedios de diámetro de tallo de variedades de café por bioinsumos, el compost obtuvo 4.08 mm, seguido del solucat con 4.04 mm y el biol 4.01 mm donde Anexo 2, nos indica que el compost tiene mayor nutriente que al biol.

**Cuadro 3. Promedios de diámetro de tallo (mm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Bioinsumos	Medias	E.E.
Compost	4.08	0.08
Solucat	4.04	0.08
Biol	4.01	0.08

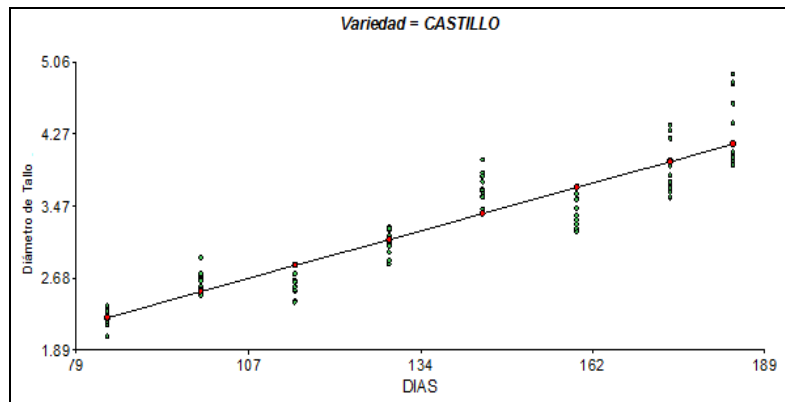
(Sotelo & Téllez, 2007) obtuvieron 0,44, 0,4 y 0,43 cm de diámetro de tallo con 25, 50 y 75 % de compost respectivamente, y 0,43 cm con humus de lombriz al 75% en *coffea arábica*, así mismo Carvajal, (1984) señala que los bioinsumos originan mayor diámetro en los tallos de café en vivero.

De acuerdo al análisis de regresión lineal (Cuadro 4), el diámetro de tallo de variedades de café frente a los días de desarrollo en vivero es altamente significativo ( $Pr < 0.01$ ).

**Cuadro 4. Regresión y correlación lineal del diámetro de tallo (mm) frente a días de desarrollo de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

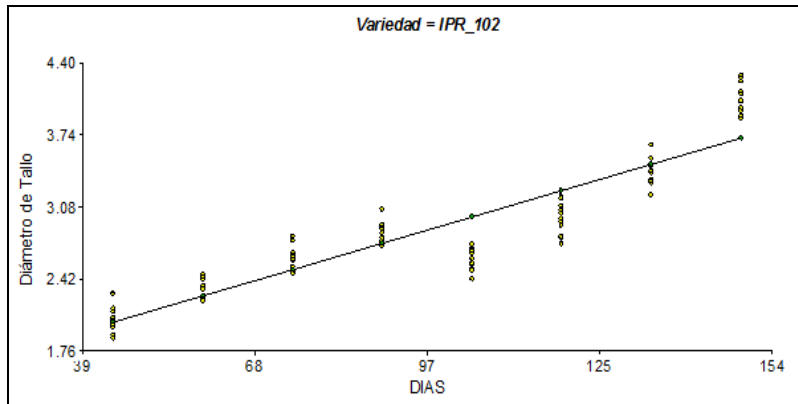
Variedades	Variable independiente (X)	Variable dependiente (Y)	Ecuación de regresión	Coefficiente de correlación	Significancia
Castillo	Día	Diámetro de tallo	$Y = 0.64 + 0.02 x$	0.92	**
IPR-102	Día	Diámetro de tallo	$Y = 1.32 + 0.02 x$	0.91	**
IPR-107	Día	Diámetro de tallo	$Y = 1.37 + 0.01 x$	0.89	**

La variedad Castillo (Figura 2, Cuadro 4) presenta un coeficiente de correlación de 0.92, con una relación directa entre el diámetro de tallo y los días de desarrollo ( $Y = 0.64 + 0.02 X$ ), con 0.02 mm de desarrollo por día en vivero.

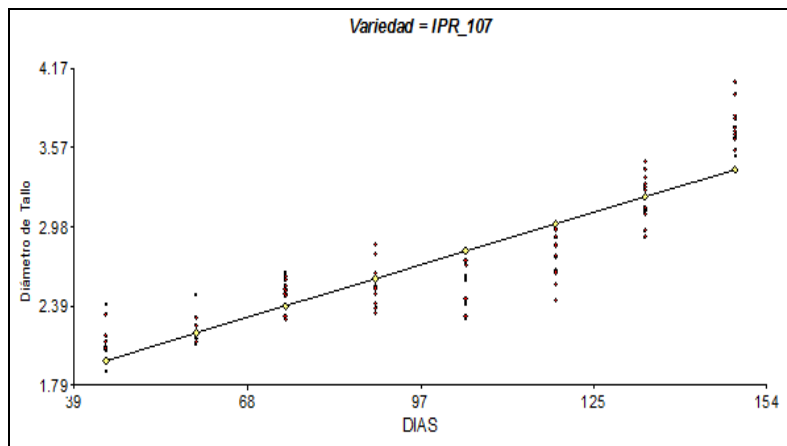


**Figura 4. Regresión de diámetro de tallo (mm) de la variedad castillo con tres bioinsumos en vivero.**

La variedad IPR-102 (Fig. 3, cuadro 4) presenta un coeficiente de correlación de 0.91, con una relación directa entre el diámetro de tallo y los días de desarrollo ( $Y = 0.64 + 0.02 X$ ), con 0.02 mm de desarrollo por día en la etapa de vivero.



**Figura 5. Regresión de diámetro de tallo (mm) de la variedad IPR-102 con tres bioinsumos en vivero.**



**Figura 6. Regresión de diámetro de tallo (mm) de la variedad IPR-107 con tres bioinsumos en vivero.**

La variedad IPR-107 (Fig. 4, cuadro 4) presenta un coeficiente de correlación de 0.89, con una relación directa entre el diámetro de tallo y los días de desarrollo ( $Y=1.37 + 0.01 X$ ) con 0.01 mm de desarrollo por día en vivero.

## **5.2. Número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

En el Cuadro 5, se observa el análisis de varianza para el número de hojas del desarrollo de tres variedades de café en vivero; entre las variedades y bioinsumos

existe diferencias altamente significativas ( $Pr < 0.01$ ), así como en la interacción variedad por bioinsumo no existe diferencia estadística ( $Pr > 0.05$ ).

**Cuadro 5. Análisis de varianza de número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos.**

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	30.71	2	15.35	38.38	<0.0001
Bioinsumos	14.42	2	7.21	18.03	<0.0001
Variedad*Bioinsumos	1.4	4	0.35	0.88	0.4915
Error	10.8	27	0.4		
Total	57.34	35			

Cv=6.25%, SC= sumatoria de cuadrados; gl= grados de libertad; CM= cuadrado medio, F= F calculado, p-valor= valor de la probabilidad.

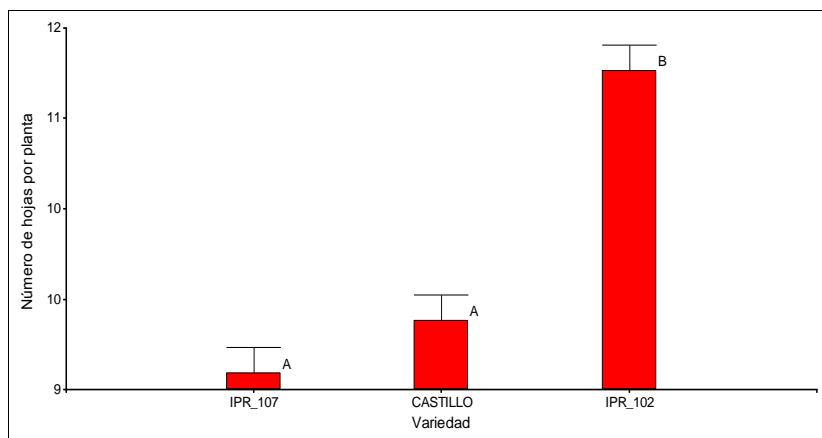
El coeficiente de variación es 6.25% indicando que los datos son homogéneos y altamente confiables, como indica Calzada, (1983).

**Cuadro 6. Promedios y prueba de Duncan de número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Variedad	Medias	E.E.	Prueba Duncan (5%)
IPR - 102	11	0.18	A
Castillo	10	0.18	A
IPR - 107	9	0.18	B

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

En el Cuadro 6 y Figura 5, se observan el número de hojas de las tres variedades de café. La variedad IPR-102 obtuvo 11 hojas, frente a la variedad Castillo con 10.0 hojas y a la variedad IPR-107 con 9 hojas respectivamente.



**Figura 7. Promedios de número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

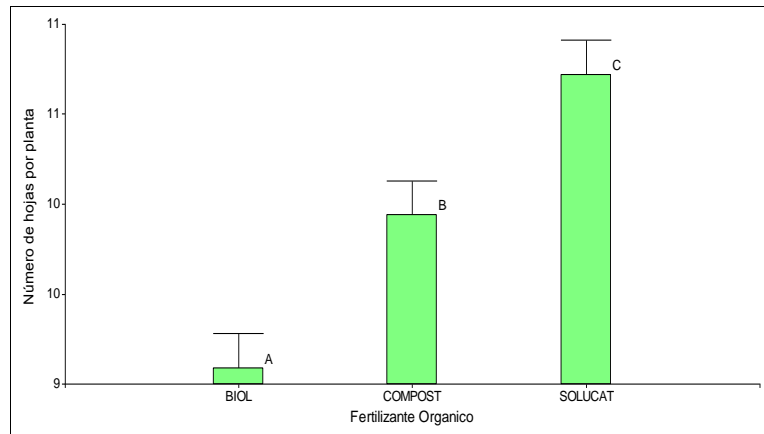
Sotelo & Téllez, (2007) en su investigación obtuvieron promedios de 15, 13 y 12 hojas por planta, cuando utilizaron sustratos que contienen 75 y 50 % de humus de lombriz y 75 % de compost, debido a un par de hojas se origina cada 25 a 30 días, por otro lado Arcila, (2000) indica que a dos meses después de la germinación, la planta forma el primer par de hojas verdaderas y luego en la fase de almacigo la planta adquiere de 6 a 8 pares de hojas verdaderas.

**Cuadro 7. Promedios de número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

<b>Fertilizante Orgánico</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Prueba Duncan (5%)</b>
Solucat	11	0.18	A
Compost	10	0.18	B
Biol	9	0.18	C

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

En el Cuadro 7 y Figura 6, se observan los promedios de números de hojas de tres variedades de café por tipo de bioinsumos, el solucat es estadísticamente superior con 11.0, el compost con 10.0 y el biol 9.0 respectivamente.



**Figura 8. Número de hojas (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Duicela *et al.*, (2003) quienes registraron 12 hojas por planta con la aplicación de 25% de compost, así mismo Blandón, (2008) obtuvo 4,6 pares de hoja con la aplicación de humus de lombriz.

**5.3. Número de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 8), se observa que existe diferencias altamente significativas ( $Pr < 0.01$ ) entre las variedades, para el factor bioinsumos ( $Pr > 0.05$ ) así como en la interacción variedad por bioinsumos, lo que indica que estos factores actúan en forma independiente.

**Cuadro 8. Análisis de varianza de número de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	8.82	2	4.41	46.9	<0.0001
Bioinsumos	3.16	2	1.58	16.81	<0.0001
Variedad*bioinsumo	0.73	4	0.18	1.94	0.1325
Error	2.54	27	0.09		
Total	15.24	35			

Cv=6.96%, SC= sumatoria de cuadrados; gl= grados de libertad; CM= cuadrado medio, F= F calculado, p-valor= valor de la probabilidad.

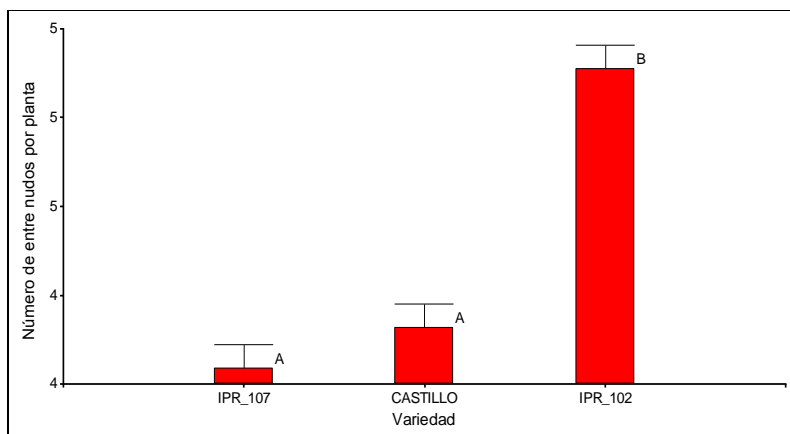


En el mismo cuadro el coeficiente de variación es 6.95% indicando que los datos son homogéneos y altamente confiables, como indica Calzada, (1983).

**Cuadro 9. Promedios y prueba de Duncan de número de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Variedad	Medias	E.E.	Prueba Duncan (5%)
IPR - 102	5	0.09	A
Castillo	4	0.09	A
IPR - 107	4	0.09	B

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



**Figura 9. Promedios de número de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

En el Cuadro 9, Figura 7 se observan los promedios y prueba de Duncan (al 5%) de números de nudos de las tres variedades de café, la variedad IPR-102 es superior estadísticamente con 5 nudos, frente a las variedades Castillo, IPR-107 con 4 nudos respectivamente que son estadísticamente iguales. Arcila *et al.*, (2001) registraron que las plantines en vivero tienen que alcanzar 3 a 4 nudos.

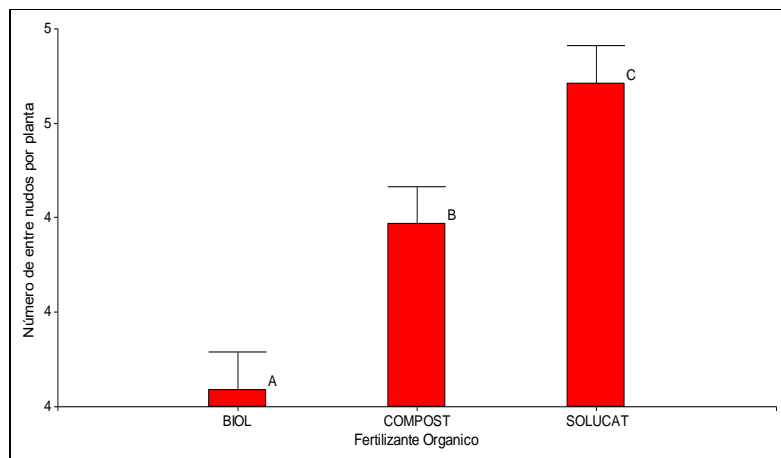
En el Cuadro 10, Figura 8, se observan los promedios y prueba de Duncan (al 5%) de número de nudos de tres variedades de café, solucat es estadísticamente superior con

5 nudos compost con 4 nudos biol que obtuvo 4 nudos, compost y biol estadísticamente iguales de nudos.

**Cuadro 10. Promedios y prueba de Duncan de números de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

<b>Fertilizante Orgánico</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Prueba Duncan (5%)</b>
Solucat	5.0	0.09	A
Compost	4.0	0.09	B
Biol	4.0	0.09	C

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



**Figura 10. Promedios de numero de nudos (No) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

En el Cuadro 10, Figura 8, se observa los promedios y prueba de Duncan (al 5%) de número de nudos, el solucat estadísticamente superior con 5 nudos, compost con 4 nudos y biol 4 nudos, compost y biol estadísticamente son iguales.

### **5.3.1. Altura de primer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 11), se observa que existe diferencias significativa ( $Pr < 0.05$ ), entre los bioinsumos, para el factor de bioinsumos no se

observa diferencias ( $Pr < 0.05$ ), así como la interacción variedad por bioinsumo, lo que indica que estos factores actúan en forma independiente.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para la altura del primer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	0.61	2	0.3	4.64	0.0185
Bioinsumos	0.07	2	0.03	0.53	0.5961
Variedad*Bioinsumos	0.04	4	0.01	0.16	0.9568
Error	1.77	27	0.07		
Total	2.49	35			

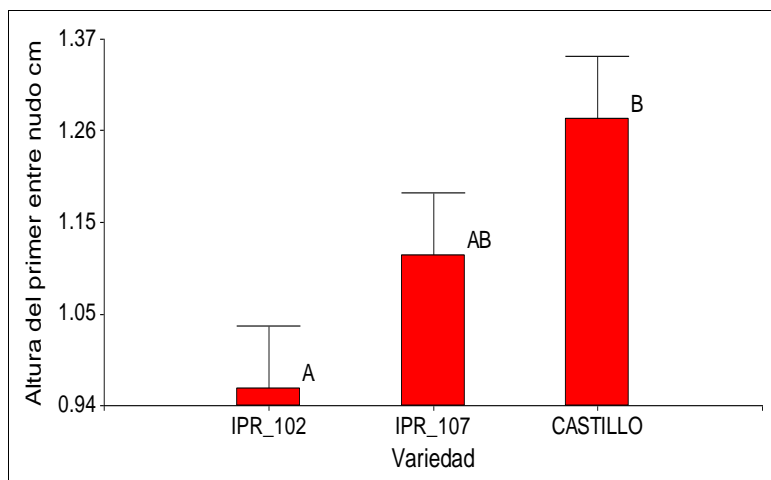
Cv= 22.9% SC= sumatoria de cuadrados; gl= grados de libertad; CM= cuadrado medio, F= F calculado, p-valor= valor de la probabilidad.

El coeficiente de variación es 22.9% indicando que los datos son homogéneos y tienen confiabilidad, como indica Calzada, (1983).

**Cuadro 12. Prueba de Duncan para la altura del primer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Variedad	Medias	E.E.	Prueba Duncan (5%)
Castillo	1.28	0.07	A
IPR - 107	1.12	0.07	A B
IPR - 102	0.96	0.07	B

En el Cuadro 12, Figura 9, se observan los promedios y prueba de Duncan (al 5%) la altura de primer entrenudo de tres variedades de café, la variedad Castillo que obtuvo 1.28 cm es superior estadísticamente, frente a las variedades IPR-102, IPR-107 con 0.96 cm y 1.12 cm respectivamente. Nosti, (1970), señala que la iluminación influye en el crecimiento de número de entrenudo de plántula de café en vivero.



**Figura 11. Promedios de altura del primer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

En el Cuadro 13, se muestra los promedios de la altura de primer entrenudo de tres variedades de café por tipo de bioinsumo, el solucat obtuvo 1.17 cm, el compost obtuvo 1.11 cm y el biol 1.07 cm de la altura del primer entrenudo.

**Cuadro 13. Promedios de altura de primer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Fertilizante Orgánico	Medias	E.E.
Solucat	1.07	0.07
Compost	1.11	0.07
Biol	1.17	0.07

Castellón *et al.*, (2000) y Romero *et al.*, (2000) señala que las aplicaciones de bioinsumos en el desarrollo de café, tuvieron un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo de nudos dependiendo de sus características genéticas de cada variedad, los bioinsumos es muy efectivo para el desarrollo de café en vivero.

### 5.3.2. Altura del segundo entrenudo (cm) de tres variedades de café con bioinsumos en vivero.

De acuerdo al análisis de varianza para la altura del segundo entrenudo (Cuadro 14), se observa que existe diferencias altamente significativas ( $Pr < 0.01$ ), entre las variedades, para el factor bioinsumos no se observa diferencias ( $Pr > 0.05$ ), así como en la interacción variedad por bioinsumo, lo que indica que estos factores actúan en forma independiente.

**Cuadro 14. Análisis de varianza de altura del segundo entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Fuente de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	7.9	2	3.95	44.48	<0.0001
Bioinsumos	0.37	2	0.18	2.07	0.1455
Variedad*Bioinsumo.	0.78	4	0.19	2.19	0.0964
Error	2.4	27	0.09		
Total	11.45	35			

Cv=11.75%, SC= sumatoria de cuadrados; gl= grados de libertad; CM= cuadrado medio, F= F calculado, p-valor= valor de la probabilidad.

El coeficiente de variación es 11.75% indicando que los datos son homogéneos y tienen alta confiabilidad, como indica Calzada, (1983).

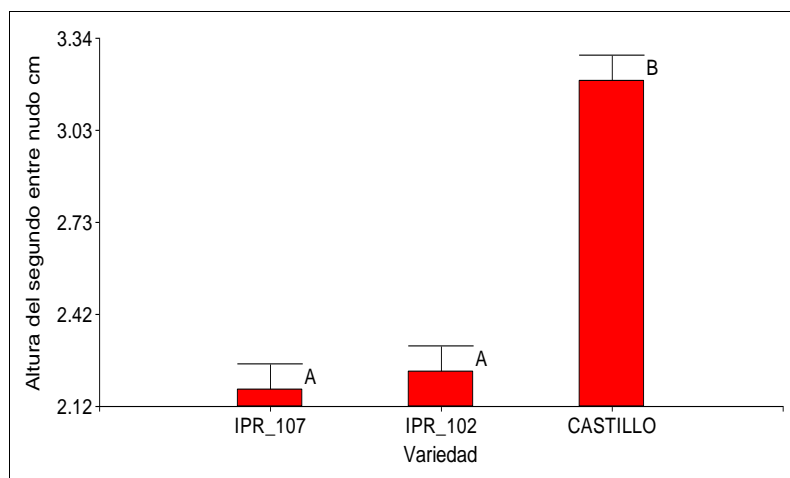
**Cuadro 15. Promedios y prueba de Duncan de altura del segundo entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Variedad	Medias	E.E.	Prueba Duncan (5%)
Castillo	3.2	0.09	A
IPR - 102	2.24	0.09	A
IPR - 107	2.18	0.09	B

En el Cuadro 15, Figura 10, se observan los promedios y prueba de Duncan (al 5%) la altura de segundo entre nudo de tres variedades de café, la variedad Castillo obtuvo

3.2 cm es superior estadísticamente, frente a las variedades IPR-102, IPR-107 con 2.24 cm y 2.18 cm de altura del segundo entrenudo respectivamente.

ANACAFE, (1998) señala que crecimiento de los nudos y entrenudos del café, diferencian entre variedades, de porte bajo (entrenudos cortos) y las de porte alto (entrenudos más largos), así mismo Briceño, Briceño, Arias (1992) señala que el crecimiento vegetativo del café varía debido a cambios climáticos, el crecimiento está relacionado con las precipitaciones de la lluvia.



**Figura 12. Promedios de altura del segundo entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

En el Cuadro 16 se muestra los promedios de la altura de segundo entrenudo de tres variedades de café por tipo de bioinsumo, el compost obtuvo 2.68 cm, el solucat obtuvo 2.48 cm y el biol 2.45 cm de la altura del segundo entrenudo, donde Anexo 2 nos indica que el compost contiene mayor nutrientes y Anexo 3 muestra que el biol tiene menor nutrientes.

En el cuadro 16 se muestra los promedios de la altura de segundo entrenudo de tres variedades de café por tipo de bioinsumo, el compost obtuvo 2.68 cm, el solucat obtuvo 2.48 cm y el biol 2.45 cm de la altura del segundo entrenudo.

**Cuadro 16. Promedios de altura del segundo entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

<b>Fertilizante Orgánico</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>
Compost	2.68	0.09
Solucat	2.48	0.09
Biol	2.45	0.09

Bornemisza, (1982) citado por Fournier, (1988) menciona que el nitrógeno es el elemento más importante para la planta de café, es requerido en mayor proporción para su normal desarrollo de la planta. Henao, (1982) menciona que el nitrógeno se destacan de forma de moléculas de proteínas.

### **5.3.3. Altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

De acuerdo al análisis de varianza para la altura del segundo entrenudo (Cuadro 17), se observa que existe diferencias altamente significativas ( $Pr < 0.01$ ), así como en la interacción variedad por bioinsumo, lo que indica que estos factores actúan en forma independiente.

**Cuadro 17. Análisis de varianza para la altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Variedad	17.54	2	8.77	38.86	<0.0001
Bioinsumos	4.96	2	2.48	10.99	0.0003
Variedad*bioinsumo.	3.73	4	0.93	4.13	0.0098
Error	6.09	27	0.23		
Total	32.32	35			

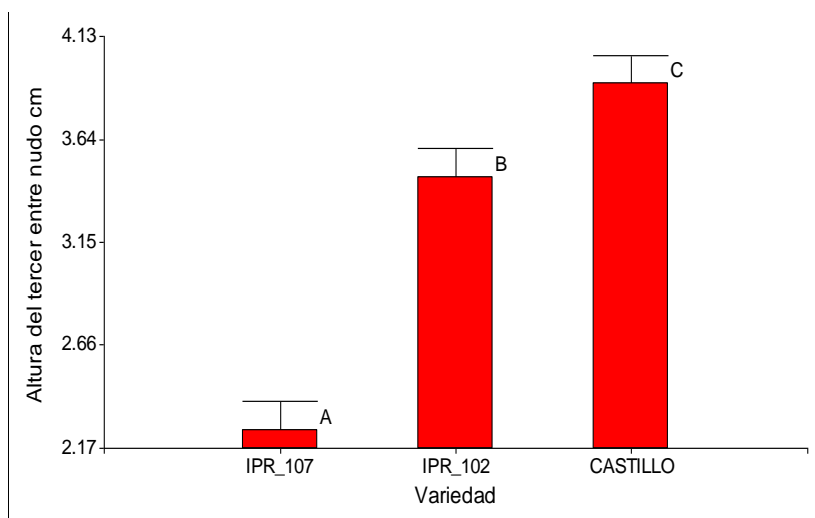
Cv=14.81%, SC= sumatoria de cuadrados; gl= grados de libertad; CM= cuadrado medio, F= F calculado, p-valor= valor de la probabilidad.

En el mismo cuadro el coeficiente de variación muestra 14.81% indicando que los datos son homogéneos y confiables, como indica Calzada, (1983).

**Cuadro 18. Promedios y prueba de Duncan para la altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Variedad	Medias	E.E.	Prueba Duncan (5%)
IPR_107	2.25	0.14	A
IPR_102	3.46	0.14	B
Castillo	3.91	0.14	C

En el Cuadro 18, Figura 11, se observan los promedios y prueba de Duncan (al 5%) la altura de tercer entre nudo de tres variedades de café, la variedad castillo obtuvo 3.91 cm, frente a las variedades IPR-102, IPR-107 con 3,46 cm y 2.25 cm de altura del tercer entre nudo nudos respectivamente. ISIC, (1977) el crecimiento es ortotrópico del cafeto da la altura de la planta, desarrollando nudos y entrenudos que contienen las yemas axilares que dan origen a las ramas primarias.



**Figura 13. Promedios de altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

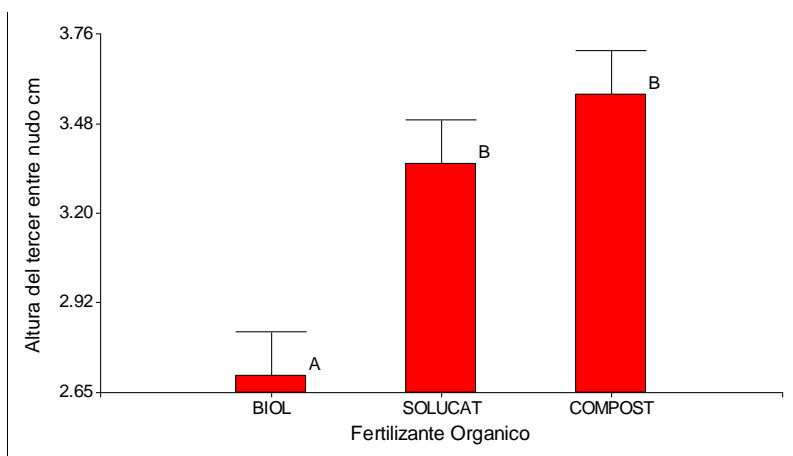
En la Figura 13 se observa los promedios de la altura de tercer entre nudo en tres variedades de café, de la interacción variedad por bioinsumo, la variedad Castillo es influenciado por bioinsumos solucat y compost, la variedad IPR-107 no tiene influencia de los bioinsumos.



**Cuadro 19. Promedios de altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

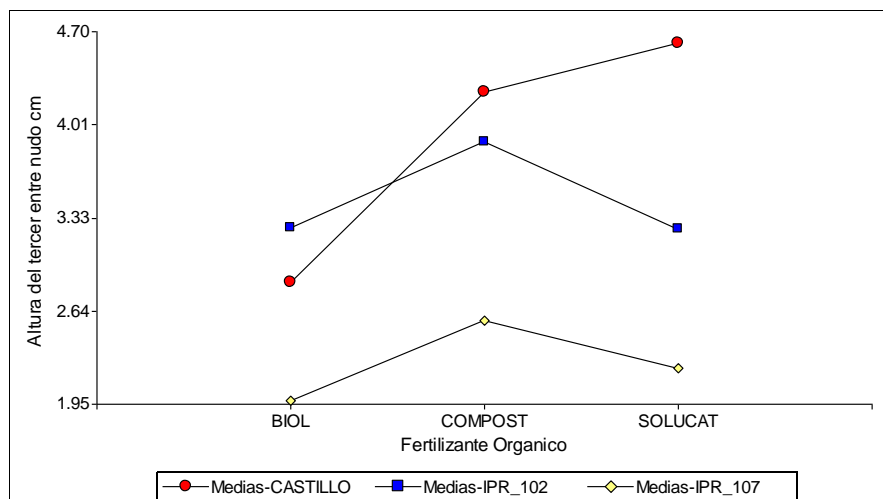
Bioinsumos	Medias	E.E.	Prueba Duncan (5%)
Compost	3.57	0.14	A
Solucacat	3.36	0.14	B
Biol	2.70	0.14	B

Carvajal, (1984) señala que las plantaciones de café en vivero se tienen que aplicar con fórmulas de fertilizantes comunes altas en fósforo. A través de los bioinsumos en especial el nitrógeno, tan importante en el crecimiento del cafeto.



**Figura 14. Promedios de altura del tercer entrenudo (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

En el Cuadro 19 y Figura 14, se observan los promedios y prueba de Duncan (al 5%) la altura de tercer entrenudo de tres variedades de café por tipo de bioinsumo, el compost obtuvo 3.57 cm, el solucacat con 3.36 cm y biol 2.70 cm de la altura del tercer entrenudo respectivamente.



**Figura 15. Promedios de altura del tercer entrenudo (cm) de la interacción de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

#### **5.4. Altura de planta (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

De acuerdo al análisis de varianza para la altura de tres variedades de café (Cuadro 20), se observa que existe diferencias altamente significativas ( $Pr < 0.01$ ), así como en la interacción variedad por bioinsumo, existen diferencia significativa ( $Pr < 0.05$ ).

**Cuadro 20. Análisis de varianza de la altura (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Fuente de Variación	SC	g l	CM	F	p-valor
Variedad	281.27	2	140.63	25.73	<0.0001
Bioinsumos	77.91	2	38.95	7.13	0.0033
Variedad*Bioinsumo	74.48	4	18.62	3.41	0.0222
Error	147.55	27	5.46		
Total	581.2	35			

Cv=12.65%, SC= sumatoria de cuadrados; gl= grados de libertad; CM= cuadrado medio, F= F calculado, p-valor= valor de la probabilidad.

En el mismo cuadro se observa el coeficiente de variación de 12.65% indicando que los datos son homogéneos y confiables, como indica Calzada, (1983).

**Cuadro 21. Promedios y prueba de Duncan de la altura (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Prueba Duncan (5%)</b>
Castillo	20.6	0.67	A
IPR - 102	20.3	0.67	B
IPR - 107	14.5	0.67	B

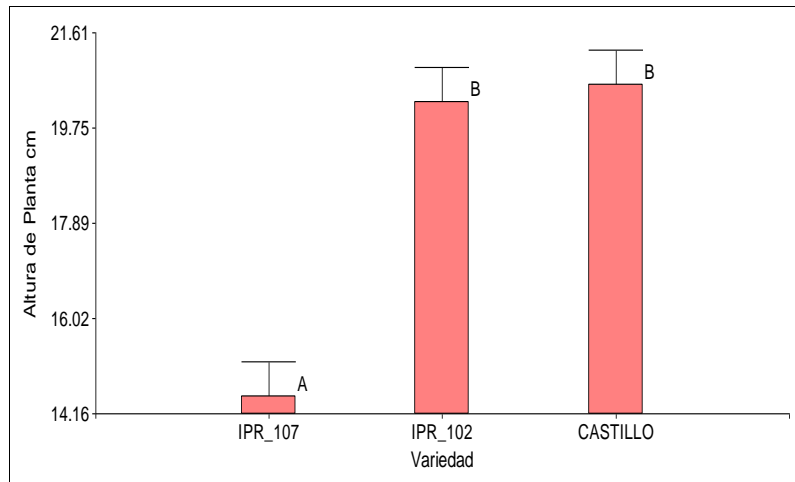
En el Cuadro 21, Figura 14, se observa los promedios y prueba de Duncan (al 5%) la altura de tres variedades de café, la variedad Castillo obtuvo 20.6 cm, el IPR-102 con 20.3 cm son superiores estadísticamente, frente a la variedad IPR-107 con 14.5 cm de altura respectivamente.

Echevarría, (2012), Borjas, (2008), que en plantas de Caturra Roja de la misma edad, reportaron alturas de 12.24 y 13.54 cm.

Alejo & Reyes, (2014) realizaron la evaluación de sustratos y tipos de recipiente en el crecimiento de las plántulas de café arábigo, los resultados indican que la mayor altura para el sustrato humus de lombriz en fundas de polietileno de 12,5 x 20 cm, fue de 20,32 cm.

Julca, Solano, & Crespo, (2000) evaluaron el efecto de distintos sustratos orgánicos sobre el crecimiento de café variedad caturra amarillo en vivero, registraron alturas de 11,87 cm. También se puede afirmar que la disponibilidad y movilidad de los nutrientes en los sustratos para las plantas de café en vivero determina por la relación sustrato por suelo y el tiempo.

En el Cuadro 22, Figura 15, se observan los promedios y prueba de Duncan (al 5%) la altura de tres variedades de café por tipo de bioinsumo, el compost obtuvo 19.8 cm, el solucat con 19.2 cm y biol 16.4 cm de la altura respectivamente.

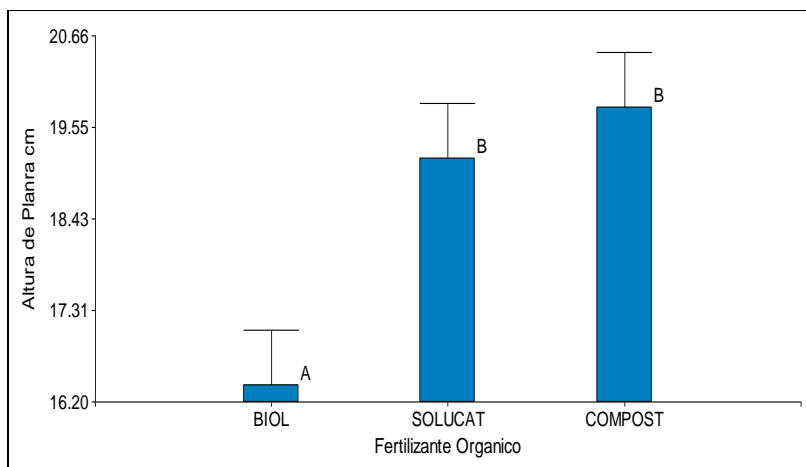


**Figura 16. Promedios de altura (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

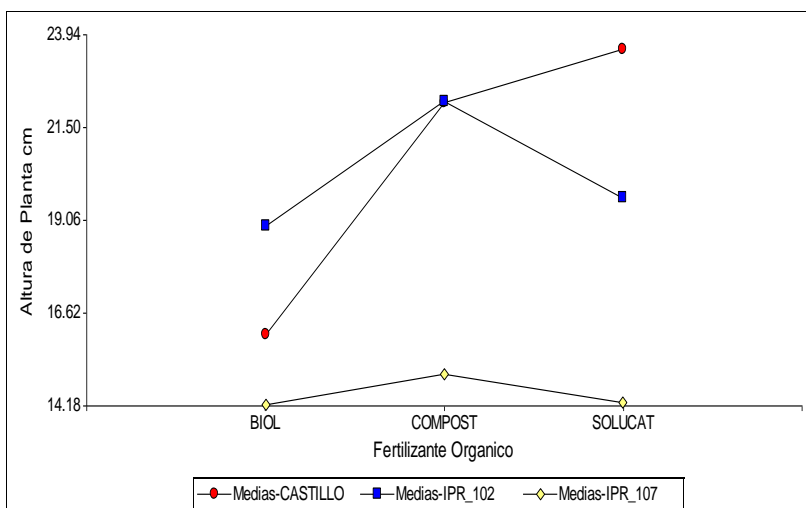
Sotelo y Téllez, (2007) determinaron que el efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo en la producción de plantines de café en vivero, la variedad caturra en el crecimiento obtuvo de alturas de 29,46, 26,13 y 30,71 cm, cuando utilizaron 25, 50 y 75 %de compost y en sustrato con humus de lombriz alcanzaron alturas promedios de 20,08, 19,40 y 29.04 cm.

**Cuadro 22. Promedios de altura (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Bioinsumos	Medias	E.E.	Prueba Duncan (5%)
Compost	19.8	0.67	A
Solucat	19.2	0.67	B
Biol	16.4	0.67	B



**Figura 17. Promedios de altura (cm) de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**



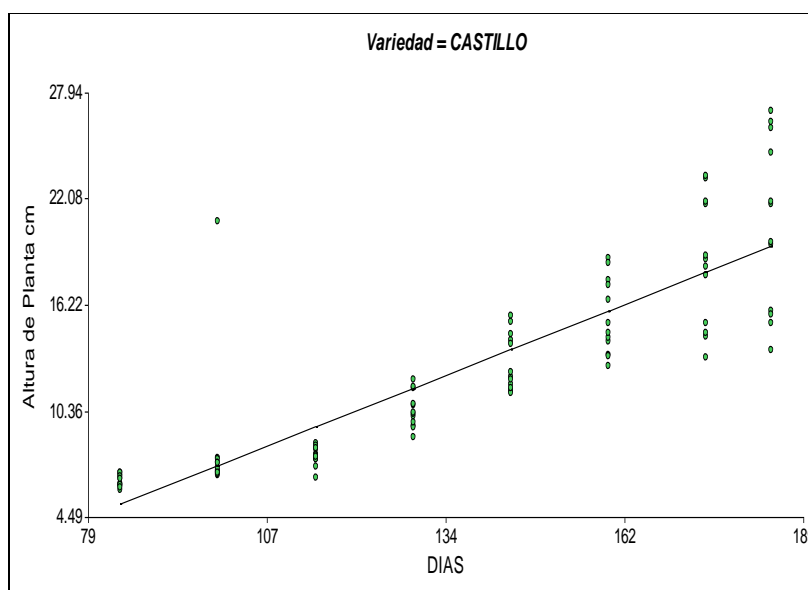
**Figura 18. Promedios de altura (cm) con una interacción de variedad por bioinsumo de tres variedades de café en vivero.**

En la Figura 16 se observan la altura de tres variedades de café, de la interacción variedad por bioinsumos, la variedad Castillo es influenciada por los bioinsumos solucat y compost, la variedad IPR-107 no tiene influencia de los bioinsumos.

**Cuadro 23. Regresión y correlación lineal de días de desarrollo y altura de las tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

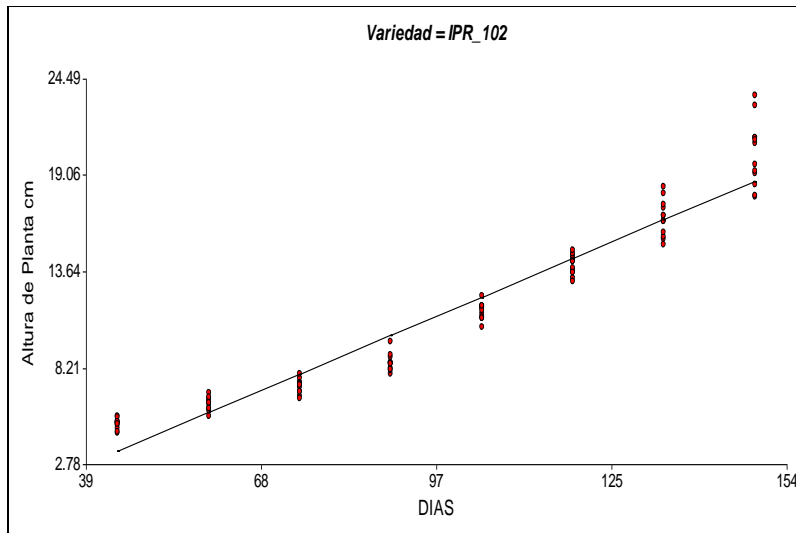
Variedades	Variable independiente (X)	Variable dependiente (Y)	Ecuación de regresión	Coefficiente de correlación	Significancia
Castillo	Día	Altura de planta	$Y = - 6.77 + 0.14 x$	0.86	**
IPR-102	Día	Altura de planta	$Y = - 2.82 + 0.14 x$	0.97	**
IPR-107	Día	Altura de planta	$Y = 0.80 + 0.09 x$	0.96	**

La variedad Castillo en el análisis es altamente significativa ( $Pr < 0.01$ ), (Figura 17, Cuadro 23) con un coeficiente de correlación de 0.86, con una relación directa la altura y los días de desarrollo ( $Y = - 6.77 + 0.14 X$ ), con un crecimiento por día de 0.14 cm en vivero.

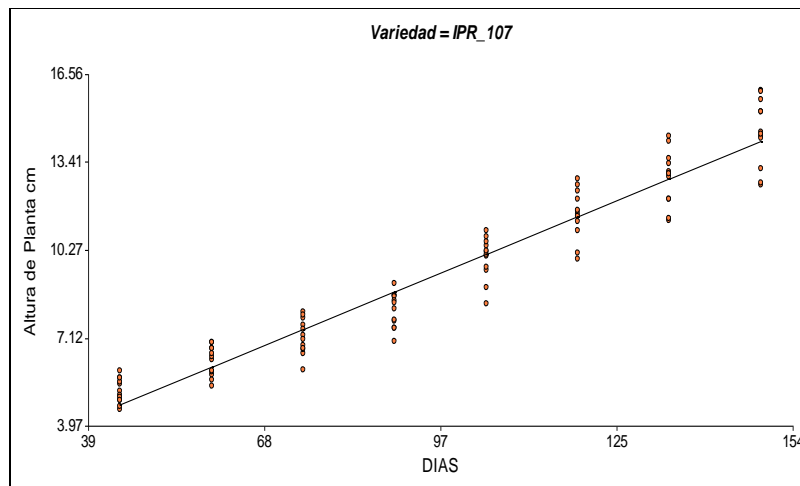


**Figura 19. Regresión de la altura (cm) de la variedad castillo con tres bioinsumos en vivero.**

La variedad IPR-102 en el análisis es altamente significativa ( $Pr < 0.01$ ), (Figura 18, Cuadro 23) con un coeficiente de correlación de 0.97 con una relación directa la altura y los días de desarrollo ( $Y = 2.82 + 0.14 X$ ), con un crecimiento por día de 0.14 cm en vivero.



**Figura 20. Regresión de la altura (cm) de la variedad IPR-102 con tres bioinsumos en vivero.**

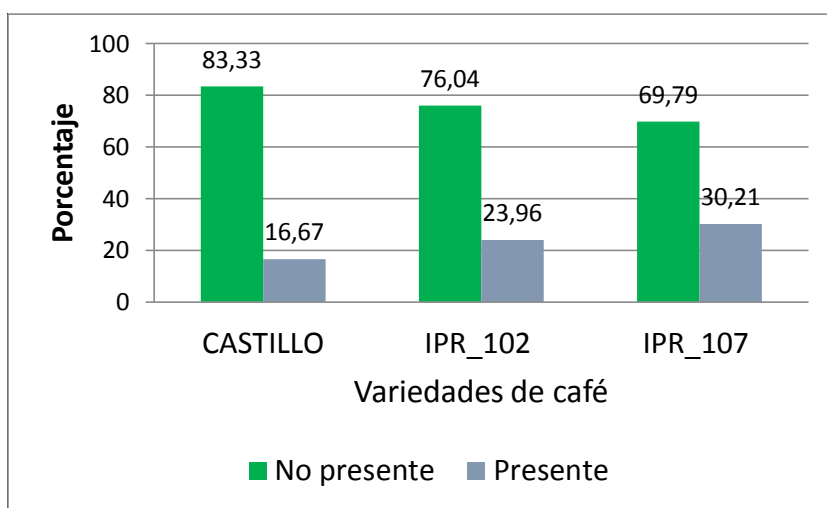


**Figura 21. Regresión de altura (cm) de la variedad IPR-107 con tres bioinsumos en vivero.**

La variedad IPR-107 en el análisis es altamente significativa ( $Pr < 0.01$ ), (Figura 19, Cuadro 23) con un coeficiente de correlación de 0.96 con una relación directa la altura y los días de desarrollo ( $Y = 0.80 + 0.09 X$ ), con un crecimiento por día de 0.09 cm en vivero.

### 5.5. Presencia de incidencia de plagas y enfermedades de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.

En la Figura 20, se observa la incidencia de enfermedades, mancha de hierro en tres variedades de café, la variedad IPR-107 con 30.21 % de incidencia, el IPR-102 con 23.96 % de incidencia y Castillo con 16.67 % de incidencia respectivamente.



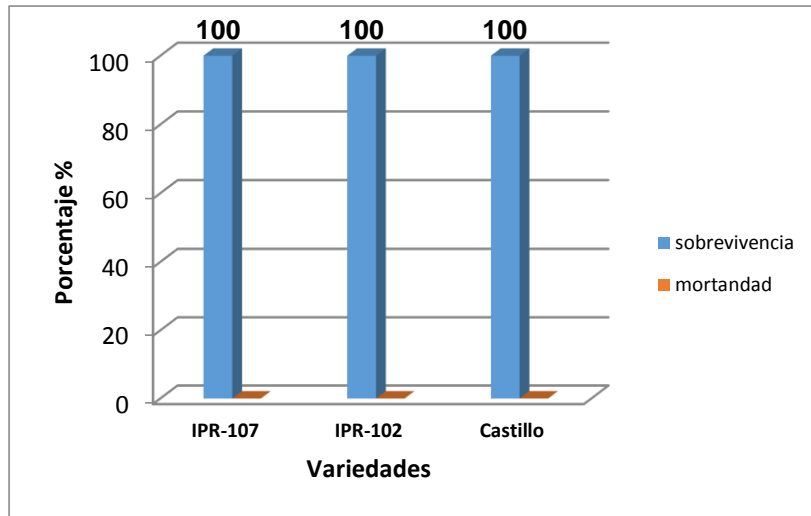
**Figura 22. Porcentajes de la presencia de la enfermedad mancha de hierro en tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.**

Carvajal, (1984) indica que las plantas de vivero necesitan de cuidados especiales respecto al uso de fungicidas, además de insecticidas y abonamiento foliar para evitar las incidencias de enfermedades. Según Rengifo *et al.*, (2006) indica en la etapa de almacigo puede causar la defoliación de la planta del 90% ataca a hojas y frutos del cafeto en los estados de desarrollo.

### 5.6. Porcentaje de sobrevivencia de tres variedades de café en parcelas definitivas.

El establecimiento inicial en parcelas con tres variedades de café, se determinó mediante el porcentaje de sobrevivencia con un 0% de mortandad.





**Figura 23. Porcentaje de establecimiento inicial de tres variedades de café.**

El porcentaje de sobrevivencia (Fig. 10) fue del 100% en parcelas definitivas, evaluadas hasta 30 días después del trasplante.

## 6. CONCLUSIONES

La variedad Castillo obtuvo un diámetro de 4.31 cm estadísticamente superior a las variedades IPR-102, IPR-107 con 4.08 cm y 3.73 cm respectivamente. Entre los promedios de diámetro de tallo de las variedades por tipo de bioinsumo, el compost obtuvo 4.08 cm, seguido del solucat con 4.04 cm y el biol con 4.01 cm.

La variedad IPR-102 se destacó en el número de hojas por planta, con 11 hojas siendo superior estadísticamente a la variedad Castillo que obtuvo 10.0 hojas seguido de IPR-107 con 9 hojas. Entre los promedios de números de hojas de las variedades por tipo de bioinsumos, con el solucat se obtuvo 11.0 hojas, seguido del compost con 10.0 y biol con 9.0 hojas.

La variedad IPR-102 es superior estadísticamente con 5 nudos frente a las variedades Castillo e IPR-107 con 4 nudos respectivamente, ambas son estadísticamente iguales. En los promedios de número de nudos de las variedades frente a los bioinsumos, el solucat es estadísticamente superior con 5 nudos, seguido del compost y biol ambos con 4 nudos.

La variedad Castillo obtuvo una altura de 20.6 cm y la IPR-102 20.3 cm superiores estadísticamente a la variedad IPR-107 con 14.5 cm. La altura de tres las variedades por tipo de bioinsumos, el compost obtuvo 19.8 cm, seguido del solucat con 19.2 cm y biol con 16.4 cm.

La variedad IPR-107 en vivero tuvo una incidencia de mancha de hierro de 30.21 %, seguido IPR-102 con 23.96 % y Castillo con 16.67 %.

El establecimiento inicial en parcela definitiva de las tres variedades de café fue del 100%.

## **7. RECOMENDACIONES**

Realizar el seguimiento del comportamiento agronómico de las tres variedades de café, evaluar la influencia de los tres tipos de bioinsumos en el porcentaje de rendimiento y el desarrollo de los plantines en las parcelas definitivas.

Realizar ensayos con variedades locales de café que sean resistentes a roya, tipos y niveles de bioinsumos, sistema de producción, cantidad de riego, escarificación de semillas, tratamientos pregerminativos, niveles de sombra y otros con la finalidad de encontrar la mejor opción de producción de platines.

Tomar en consideración la época de producción de plantines en vivero, de manera que la plantación al terreno definitivo coincida con la época de lluvia para garantizar un alto porcentaje de sobrevivencia en las parcelas definitivas.

En lo posible utilizar semilla certificada para realizar el emprendimiento de esta naturaleza, la mayoría presentan semillas malas o infestadas por algún tipo de plagas y enfermedades, que influye en el futuro del desarrollo de la planta.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ABC, (2007) Agricultura Orgánica y panes de piedra Biofertilizantes preparados y fermentados a base de estiércol de vaca, Disponible en: <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2016/12/ABC-de-la-Agricultura-organica-Abonos-organicos.pdf>
- ALEJO, A. J., & REYES, L. R. (2014). Evaluación de sustratos y tipos de recipientes en el crecimiento de plántulas de café arábico, en condiciones de vivero. Tesis de grado: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos naturales Renovables. Loja, Ecuador.
- ALVARADO A., G.; POSADA S., H.E.; CORTINA G.; H.A. (2005). Castillo: Nueva variedad de café con resistencia a la roya. Avances Técnicos. Cenicafe No337: 1-8. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0337.pdf>
- ALVARADO M. ROJAS, G. (1994). Cultivo y Beneficiado del Café. Primera edición. (San José, Costa Rica). EUNED. 184p.
- ANACAFE (1998). Manual de caficultura. Tercera edición. Guatemala.
- ARCILA P., J. (2000). Evite errores en el manejo de almácigos de café. Avances Técnicos Cenicafé No. 274:1-8.
- ARCILA P., J.; BOTERO J., M. (1984 – 1985). Fisiología de la semilla del cafeto. In: Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé. Chinchiná. Colombia. Informe Anual de Labores de la Sección de Fitofisiología 1984 - 1985. Chinchiná, Cenicafé, 1985. p. 1-41.
- ARCILA P., J.; BUHR, L.; BLEIHOLDER, H.; HACK, H.; WICKE, H. (2001). Aplicación de la escala BBCH ampliada para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café *Coffea sp.* Boletín Técnico Cenicafé No. 23:1-31.
- ARISTA, D. (2011). Efecto de las labores de abonamiento y post-cosecha en el rendimiento del cultivo de café variedad catimor (*Coffea arabica L.*). Tesis de Pregrado: Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Toribio Ródriguez de Amazonas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias. Chachapoyas, Perú.
- ATLÁNTICA SOLUCAT, consultado el 13 de junio del 2018, Disponible en: <http://www.atlanticaagricola.com/tienda/solucata-10-52-10/>
- ÁVILA, E. W., SADEGHIAN, S., SÁNCHEZ, P. M., & CASTRO, H. E. (2010). Respuesta del café al fósforo y abonos orgánicos en la etapa de almácigos. Cenicafé - Colombia.

- BARRIENTOS, R., (2011). CAFÉ – Manual para las escuelas de campo. 1 ed. Liliana Ríos Vargas. La paz, Bolivia. 70 p.
- BLANDÓN, J. L. (2008). Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización. Zamorano, Honduras.
- BORJAS, R. (2008). “Uso de fuentes naturales en la fertilización del café (*Coffea arabica*) var. Caturra en vivero como base para la producción orgánica en la selva central del Perú”. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM.
- BRICEÑO, J. O Y O. E. ARIAS. (1992). Desarrollo del cafeto (*Coffea arabica* L.) I. Crecimiento vegetativo y reproductivo de tres cultivares. Agronomía Costarricense 16 (1) p 125-130.
- CALLE, W. (2013). Control biológico como estrategia de manejo contra la broca del café (*Hypothenemus hampei* F.) con la microavispa (*Cephalonomia stephanoderis* B.) y el hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana* B.), en los yungas del departamento de La Paz (en línea). Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. 108 p. Consultado 12 junio., 2018. Disponible en: <http://bibliotecadigital.umsa.bo:8080/rddu/bitstream/123456789/4167/1/TD-1830.pdf>
- CALZADA B. J. (1983). Métodos estadísticos para la investigación Editorial jurídica, 4ta. Ed. Lima Perú pp. 611.
- CARVAJAL, J. F. (1984). Cafeto - Cultivo y Fertilización. Instituto Internacional de la Potasa. 2da. Edición. Berna, Suiza.254 pp.
- CARVALHO, C.H.S. (2008). Cultivares de café: origem, características e recomendações. Brasília: Embrapa Café, 334p.: il. [http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/15135/1/2013\\_AnaCatarinadeJesusPerez.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/15135/1/2013_AnaCatarinadeJesusPerez.pdf)
- CASTAÑEDA, E., (2000). El ABC del café: cultivando calidad. Edición TECNATROP S.R.L. San Borja, Perú. 176 p.
- CASTELLÓN, J. U., MUSCHLER, R., & JIMÉNEZ, F. (2000). Abonos orgánicos: efecto de sombra y altitud en almácigos de café. Agroforestería en las Américas.
- CASTRO, A.; RIVILLAS, C. (2008). Germinadores de café: construcción, manejo de *Rhizoctonia solani* y costos. Chinchiná: CENICAFÉ, 12 p. (Avances Técnicos No. 368).Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0368.pdf>
- CHILON, E., & CHILON, H. (2014). Compost alto andino e interacción con harina de rocas y su efecto en las plantas y la fertilidad de suelos. CienciAgro, Bolivia.

- CUBA, N., (2006). Manual para el cultivo del café en Yungas. Editor: Unidades Académicas Campesinas. Universidad Católica Boliviana "San Pablo". La Paz, Bolivia. 158 p.
- DEDECCA, D.M. 1957. Anatomía e desenvolvimiento ontogenético de *Coffea arabica* L. Var. *Typica* Cramer. *Bragantia* 16:315-366. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v16nunico/23.pdf>
- DIANA CORINA ZAMBRANO-MORENO<sup>1</sup>, LUISA FERNANDA RAMÓN-RODRÍGUEZ<sup>2</sup>, MARIO VAN STRAHLEN-PÉREZ<sup>3</sup>, RUTH REBECA BONILLA-BUITRAGO<sup>4</sup> (2015). Bioinoculants Industry For Agricultural Use In Colombia Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/278244830\\_industria\\_de\\_bioinsumos\\_de\\_uso\\_agricola\\_en\\_colombia\\_bioinoculants\\_industry\\_for\\_agricultural\\_use\\_in\\_colombia](https://www.researchgate.net/publication/278244830_industria_de_bioinsumos_de_uso_agricola_en_colombia_bioinoculants_industry_for_agricultural_use_in_colombia)
- DUICELA, L. (2011). Manejo Sostenible de fincas cafetaleras: Buenas prácticas en la producción de café arábigo y gestión de calidad en las organizaciones de productores. Consejo Cafetalero Nacional. Manta-Ecuador.
- DUICELA, L. A., CORRAL, R., CHÓEZ, F., RAMÍREZ, J., & PALMA, R. (2003). Influencia de las abonaduras orgánicas sobre el crecimiento vegetativo de las plántulas de café en el vivero. Proyecto desarrollo de tecnología para la producción de café arábigo orgánico (IG-CT-034). Ecuador.
- ECHEVARRIA, I. (2012). "Comparativo en vivero de cinco variedades de Café (*Coffea arabica* L.) En San Ramón, Chanchamayo". Tesis para la obtención de título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Perú.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - FNC. BOGOTÁ. COLOMBIA.; CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE - Cenicafé. (2004). CHINCHINÁ. COLOMBIA. Cartilla cafetera Vol. 1. Chinchiná, Cenicafé.
- FIGUEROA, R. 2006. Guía para la caficultura ecológica. Lima Perú. 69 p.
- FNC – Cenicafe, (2013). Manual del cafetalero colombiano investigación y tecnología para la sostenibilidad de caficultura.
- FNC (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia), (2010). El árbol y el entorno. Consultado el 25 de Junio de 2018. Disponible en: <http://www.cafedecolombia.com>.
- FOURNIER, L. A. (1988). El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o la sombra: Un enfoque agronómico y ecofisiológico. *Agronomía Costarricense* 12 (1): pp. 131-146

- GUANOPATÍN, M. (2012). Aplicación de Biol en el cultivo establecido de Alfalfa (*Medicago sativa*). Trabajo de Investigación, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, Cevallos- Ecuador.
- GUERRERO, A. (1996). El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- HENAO, J. J.(1982). El café en Venezuela. Universidad Central de Venezuela. 1ra Edición. Caracas, Venezuela. 288 pp Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cbab/v17n4/1984-7033-cbab-17-04-403.pdf>
- ICAFFE (INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO), (2011). Resultados de vigilancia fitosanitaria escama verde, pasador del fruto y barrenadores, en Antioquia. Consultado el 3 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.ica.gov.co >áreas >departamentales>
- IPAR, (2018). Area de Melhamento Genetico Vegetal Disponible en: [http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes\\_tecnicas/ipr\\_107](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/ipr_107)
- ISIC. (1977). Manual Técnico del Cultivo del Café en El Salvador. Fondo Especial de Desarrollo. Nicaragua. 201 pp.
- JATUN SACH'A, (2009). Recomendaciones para el cultivo del café en los yungas de La Paz. Edición, Javier Ramallo. La Paz, Bolivia. 28 p.
- JULCA, A., SOLANO, W., & CRESPO, R. (2000). Crecimiento de *Coffea arabica* variedad Caturra amarillo en almácigos con substratos orgánicos en Chanchamayo, selva central del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía. Lima, Perú.
- MAMANI, R. (2012). Evaluación de dos variedades de café (*Coffea arabica*) bajo tres formas de producción en vivero en la Estación Experimental de Sapecho.
- MCCH. Fertilización Orgánica, consultado el 13 de junio del 2018, Disponible en: [http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/3061/fertilizacionmcc\\_h.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/3061/fertilizacionmcc_h.pdf)
- MESTRE M., A (1973). Utilización de la pulpa en almácigos de café. Avances Técnicos Cenicafé 28:1 - 2.
- MMNPT (Mancomunidad de Municipios del Norte Paceño Tropical, Bolivia). 2013. Plan de Desarrollo Municipal de Teoponte (2014-2018). La Paz, Bolivia, 170 p.
- NOSTI, N. J. (1970). Cacao y Café. Instituto del Libro. La Habana, Cuba. 698 p.
- OCHSE *et al.*, (1991). Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales Editorial Limusa S. A. Mexico, D. F.

- QUISBERTH, C. (2004). Respuesta de plantulas de café (*Coffea arabica*) a la aplicación de diferentes dosis de abonos orgánicos líquidos en la provincia Caranavi.
- RENGIFO G., H.G.; LEGUIZAMÓN C., J.E.; RIAÑO H., N.M. (2006). Incidencia y severidad de la mancha de hierro en plántulas de *Coffea arabica* en diferentes condiciones de nutrición. *Cenicafé* 57(3): 232- 242.
- RODRIGUEZ, A., (1998). La multiplicación de las plantas y el vivero. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. pp. 99 – 107.
- RODRIGUEZ, M., (2015). Enfermedades más comunes del cafeto en Puerto Rico. Consultado el 26 de junio de 2018. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig>.
- ROMERO, A. C., JIMÉNEZ, F., & MUSCHLER, R. (2000). Crecimiento de almacigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erithina poeppigiana*. *Agroforesteria en las Americas* Vol 7 N° 26.
- SALAMANCA J., A.; SADEGHIAN K., S. (2008). Almacigo de café con distintas proporciones de lombrinaza en suelos con diferente contenido de materia orgánica. *Cenicafé (Colombia)* 59(2):92-102.
- SALAZAR A., J.N. (1979). Sistema de siembra del café en almacigo. Chinchiná: CENICAFE, 4 p. (Avances Tecnicos No. 92).
- SALAZAR A., J.N. (1991). Efecto del tamaño de bolsa sobre el desarrollo de “colinos” de café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 170:1-4.
- SERA, T.; ALTÉIA, M. Z.; PETEK, M. R.; MATA, J. S. da. (2002) Novas cultivares para o modelo IAPAR de café adensado para o Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28, Caxambu. Trabalhos apresentados. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2, p. 432 – 434.
- SOCIEDAD GUAPOMÓ – MINGA, (2008). Guía para la producción orgánica de café. Editor. Equipo Técnico de la Sociedad Guapomó – MINGA. Santa Cruz, Bolivia.
- SOTELO, M. G., & TÉLLEZ, J. A. (2007). Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) variedad caturra. Tesis de Grado: Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. Recuperado el 09 de enero de 2017, de <http://repositorio.una.edu.ni/2020/1/tnf04s717.pdf>
- UNICAFE. (1996). UNIÓN NICARAGUENSE DE CAFETALEROS. Manual de caficultura de Nicaragua. Managua, Nicaragua.



URIBE H., A.; MESTRE M., A. (1978). Edad de trasplante del cafeto. Avances Técnicos Cenicafé No. 75:1-4.

VELÁSQUEZ, G.P.; ARCILA P., J.; ARISTIZÁBAL L., M. (2003). Relación entre el proceso de beneficio de la semilla de café *Coffea arabica* var. Colombia y el disturbio de la raíz bifurcada. Cenicafé 54(4):316-328.

## 9. ANEXOS

### Anexos 1. La base de datos de tres variedades de café con tres bioinsumos en vivero.

VARIEDAD	TRATAMIENTO	TOMA DE DATOS	REPETICION	DIAMETRO DE TALLO	ALTURA DE PLANTA	Nº DE HOJAS	Nº DE NUDOS	ALTURA DE ENTRE NUDO 1	ALTURA DE ENTRE NUDO 2	ALTURA DE ENTRE NUDO 3	Nº HOJAS CON MANCHA DE HIERRO	Nº DE YEMAS
VARIEDAD	FER-ORG	DIA-TD	REP	DIA-TALL	ALT-PLA	N-HOJA	N-NUDOS	ALT-ENTR-N1	ALT-ENTR-N2	ALT-ENTR-N3	N-HOJ-MH	N-YEMA
CASTILLO	BIOL	184	1	3,95	15,18	8,20	3,50	1,02	2,88	2,80	.	.
CASTILLO	BIOL	184	2	3,96	15,85	8,20	3,60	1,38	2,72	2,23	2,50	.
CASTILLO	BIOL	184	3	3,92	13,69	7,90	3,10	1,72	2,83	2,60	2,00	.
CASTILLO	BIOL	184	4	4,92	19,52	9,80	3,90	1,20	3,44	3,78	1,00	.
CASTILLO	SOLUCAT	184	1	4,38	21,78	10,40	4,70	1,24	3,42	4,58	1,00	2,00
CASTILLO	SOLUCAT	184	2	4,17	21,90	10,10	4,20	1,22	3,22	4,34	.	.
CASTILLO	SOLUCAT	184	3	4,60	24,60	11,00	4,90	1,36	3,44	4,92	.	2,00
CASTILLO	SOLUCAT	184	4	4,06	25,98	11,30	4,90	1,16	3,14	4,60	.	2,00
CASTILLO	COMPOST	184	1	4,01	15,69	8,30	3,50	0,84	2,54	2,67	1,88	.
CASTILLO	COMPOST	184	2	4,16	19,69	9,90	4,20	0,90	3,24	4,56	1,50	.
CASTILLO	COMPOST	184	3	4,81	26,35	10,60	4,50	1,18	3,46	4,74	.	.
CASTILLO	COMPOST	184	4	4,83	26,90	10,20	4,70	2,10	4,04	5,06	.	.
IPR - 107	BIOL	149	1	3,73	12,61	8,70	3,60	1,18	1,60	1,65	1,60	.
IPR - 107	BIOL	149	2	3,65	14,36	8,20	3,70	1,56	2,16	2,40	1,50	1,50
IPR - 107	BIOL	149	3	4,06	14,27	9,40	4,00	0,98	2,02	1,80	1,00	.
IPR - 107	BIOL	149	4	3,67	15,65	8,80	4,10	1,18	2,10	2,08	2,50	.
IPR - 107	SOLUCAT	149	1	3,97	15,99	10,90	4,70	1,14	2,32	2,36	3,00	2,00
IPR - 107	SOLUCAT	149	2	3,72	15,22	9,40	3,90	0,96	1,98	2,23	1,00	2,00
IPR - 107	SOLUCAT	149	3	3,51	12,67	9,50	4,00	0,84	1,82	2,13	.	.
IPR - 107	SOLUCAT	149	4	3,64	13,18	9,40	4,10	1,10	2,48	2,14	.	.
IPR - 107	COMPOST	149	1	3,81	14,50	9,10	3,90	1,08	2,28	2,14	2,00	2,00
IPR - 107	COMPOST	149	2	3,79	15,21	9,10	4,00	1,10	2,52	2,76	1,50	.
IPR - 107	COMPOST	149	3	3,69	15,95	9,60	4,00	1,22	2,24	2,66	1,00	.
IPR - 107	COMPOST	149	4	3,55	14,41	9,40	3,90	1,04	2,58	2,70	1,40	.
IPR - 102	BIOL	149	1	3,96	17,83	10,40	4,60	0,92	2,28	2,88	1,00	.
IPR - 102	BIOL	149	2	4,04	17,89	10,50	4,70	0,80	2,22	3,26	1,00	.
IPR - 102	BIOL	149	3	4,05	20,83	11,00	4,90	1,06	2,70	3,74	1,00	1,33
IPR - 102	BIOL	149	4	4,26	19,13	10,90	4,80	1,08	2,50	3,14	1,71	1,50
IPR - 102	SOLUCAT	149	1	3,89	18,50	11,20	5,20	0,76	2,06	3,06	.	1,67
IPR - 102	SOLUCAT	149	2	4,23	19,29	12,30	5,20	1,14	2,02	3,36	1,00	1,67
IPR - 102	SOLUCAT	149	3	4,12	21,17	12,70	5,70	0,82	1,88	3,34	.	1,80
IPR - 102	SOLUCAT	149	4	4,13	19,66	12,40	5,70	1,06	1,92	3,20	.	2,00
IPR - 102	COMPOST	149	1	3,91	21,15	11,90	5,10	1,04	2,46	3,82	1,33	2,00
IPR - 102	COMPOST	149	2	4,11	21,07	11,20	4,80	1,06	2,14	3,72	1,83	1,50
IPR - 102	COMPOST	149	3	3,99	22,98	11,50	5,20	0,76	2,54	4,06	1,67	1,80
IPR - 102	COMPOST	149	4	4,28	23,54	10,90	5,40	1,00	2,10	3,94	1,50	1,86

## Anexos 2. Análisis químico de sustrato.

Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ciencias Puras y Naturales  
Instituto de Ecología  
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: MO 21/18

Página 1 de 2

### INFORME DE ENSAYO EN COMPOST MO 21/18

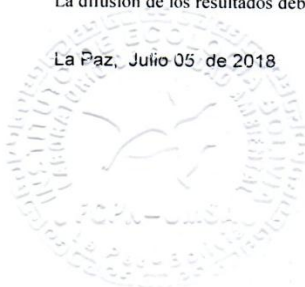
Solicitante:	Ing. Wilfredo Peñafiel Rodríguez
Entidad:	FACULTAD DE AGRONOMÍA - AGRUCO
Dirección del cliente:	Av. Landaeta s/n
Procedencia de la muestra:	Chuchuca Esperanza - Teoponte
	Provincia: Larecaja
	Departamento: La Paz
	Chuchuca
Punto de muestreo:	Sr. Gabriel Condori
Responsable del muestreo:	10 de mayo de 2018
Fecha de muestreo:	10:00
Hora de muestreo:	11 de junio de 2018
Fecha de recepción de la muestra:	Del 11 de junio al 04 de julio, 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Compost
Caracterización de la muestra:	Simple
Tipo de muestra:	Bolsa Plástica
Envase:	21- 1
Código LCA:	COM-030
Código original :	

### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	COM-030 21- 1
Fósforo total	Metodo calcinación/ASPT 91	mg/kg	0,40	7002
Magnesio total	Microwave Reaction System/EPA 243.1	mg/kg	8,0	2600
Materia Organica	Calcinacion	%	5,0	18
Nitrógeno total	ASPT-88	%	0,0030	0,58
pH acuoso	ISRIC 4		1 -14	5,8
Potasio total	Microwave Reaction System/EPA 258.1	mg/kg	8,0	2175

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.  
La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2018



c.c.: Arch.  
JCH/LCA

Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522  
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

### INFORME DE ENSAYO EN COMPOST MO 21/18

Solicitante:	Ing. Wilfredo Peñafiel Rodríguez
Entidad:	FACULTAD DE AGRONOMÍA - AGRUCO
Dirección del cliente:	Av. Landaeta s/n
Procedencia de la muestra:	Chuchuca Esperanza - Teoponte
	Provincia: Larecaja
	Departamento: La Paz
	Chuchuca
Punto de muestreo:	Sr. Gabriel Condori
Responsable del muestreo:	10 de mayo de 2018
Fecha de muestreo:	10:00
Hora de muestreo:	11 de junio de 2018
Fecha de recepción de la muestra:	Del 11 de junio al 04 de julio, 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Compost
Caracterización de la muestra:	Simple
Tipo de muestra:	Bolsa Plástica
Envase:	21- 2
Código LCA:	COM-00TL
Código original :	

### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	COM-00TL 21- 2
Fósforo total	Metodo calcinación/ASPT 91	mg/kg	0,40	3067
Magnesio total	Microwave Reaction System/EPA 243.1	mg/kg	8,0	1355
Materia Organica	Calcinacion	%	5,0	18
Nitrógeno total	ASPT-88	%	0,0030	0,52
pH acuoso	ISRIC 4		1 -14	4,5
Potasio total	Microwave Reaction System/EPA 258.1	mg/kg	8,0	2322

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.  
 La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2018



  
 Ing. Jaime Chocheros Paniagua  
 Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



c.c.: Arch.  
 JCH/LCA

### Anexos 3. Análisis químico de biol de gallinaza y bovino.

Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ciencias Puras y Naturales  
Instituto de Ecología  
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: A 81/18

Página 1 de 2

#### INFORME DE ENSAYO EN BIOL A81/18

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA - AGRUCO
Solicitante:	Ing. Wilfredo Peñafiel Rodríguez
Dirección del cliente:	Av. Landaeta s/n
Procedencia de la muestra:	Chuchuca Esperanza - Teoponte
	Provincia: Pacajes
	Departamento: La Paz
	Chuchuca
Punto de muestreo:	Sr. Gabriel Condori
Responsable del muestreo:	10 de mayo de 2018
Fecha de muestreo:	15:00
Hora de muestreo:	11 de junio de 2018
Fecha de recepción de la muestra:	Del 11 al 26 de junio, 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Muestra líquida - Biol
Caracterización de la muestra:	Simple
Tipo de muestra:	Frasco de plástico
Envase:	81-1
Código LCA:	BIOL - 001
Código original :	

#### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	BIOL - 001 81-1
Fósforo total	EPA 365.2	mgP-PO <sub>4</sub> /l	0,010	13
Magnesio	EPA 242.1	mg/l	0,18	131
Nitrógeno total	EPA 351.1	mg/l	0,30	2343
pH	EPA 150.1		1 - 14	7,4
Potasio	EPA 258.1	mg/l	0,21	3899

SM = Standard Methods (For the Examination of Water and Wastewater)  
EPA= Environmental Protection Agency ( Sampling and Analysis Methods)

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.  
La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2018



c.c.: Arch.  
JCH/LCA

Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522  
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

## INFORME DE ENSAYO EN BIOL A81/18

Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA - AGRUCO
Solicitante:	Ing. Wilfredo Peñafiel Rodríguez
Dirección del cliente:	Av. Landaeta s/n
Procedencia de la muestra:	Chuchuca Esperanza - Teoponte
	Provincia: Pacajes
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Chuchuca
Responsable del muestreo:	Sr. Gabriel Condori
Fecha de muestreo:	10 de mayo de 2018
Hora de muestreo:	15:00
Fecha de recepción de la muestra:	11 de junio de 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 11 al 26 de junio, 2018
Caracterización de la muestra:	Muestra líquida - Biol
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Frasco de plástico
Código LCA:	81-2
Código original :	BIOL - 002

## Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	BIOL - 002 81-2
Fósforo total	EPA 365.2	mgP-PO <sub>4</sub> /l	0,010	13
Magnesio	EPA 242.1	mg/l	0,18	202
Nitrógeno total	EPA 351.1	mg/l	0,30	284
pH	EPA 150.1		1 - 14	4,6
Potasio	EPA 258.1	mg/l	0,21	400

SM = Standard Methods (For the Examination of Water and Wastewater)  
 EPA= Environmental Protection Agency ( Sampling and Analysis Methods)

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.  
 La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2018



  
 Ing. Jaime Chincheros Paniagua  
 Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



## Anexos 4. Materiales para elaborar los bioinsumos

### La materiales para biol (biofertilizante) (ABC, 2007)

Ingredientes	Cantidades	Otros materiales
<b>Primera etapa</b> Agua sin tratar. Estiércol de vaca. Melaza (o jugo de caña). Leche (o suero). Ceniza de leña o harina de roca.	180 litros 50 kilos 2 (4)litros	1 recipiente plástico de 200 litros de capacidad. 1 recipiente plástico de 100 litros de capacidad. 1 cubeta plástica de 10 litros de capacidad. 1 pedazo de manguera de 1 metro de largo y de 3/8 a 1/2 pulgada de diámetro. 1 Niple roscado de bronce o cobre de 4 cm de largo y de 3/8 a 1/2 pulgada de diámetro. 1 botella desechable. 1 Colador o tul para colar la melaza. 1 palo para mover la mezcla.

Esperar un tiempo mínimo de 20 a 30 días de fermentación anaeróbica, para luego abrirlo y verificar su calidad por el olor y el color, antes de pasar a usarlo. No debe presentar olor a putrefacción, ni ser de color azul violeta. El olor característico debe ser el de fermentación, de lo contrario tendríamos que descartarlo. En lugares muy fríos el tiempo de la fermentación puede llevar de 60 hasta 90 días.

### Materiales para el compost (ABC, 2007)

#### Insumos para el compost

- 2 costales de tierra
- 1 costales cascarilla de arroz
- 1 costal de carbón en partículas pequeñas
- 1 costal de gallinaza (de preferencia de aves ponedoras)
- 1 litro de melaza o jugo de caña
- 10 libras de cal dolomita o cal agrícola
- 100 gramos de levadura para pan
- 7 libras de fosfato (roca fosfórica molida)
- Agua

#### Dosis de aplicación

En aplicaciones foliares aplicar entre 5 % a 10 % (5 a 10 litros de biol por 100 litros de agua), antes de su aplicación debe ser tamizado. (ABC, 2007). Según MCCH (2018), en vivero recomienda 1 litro de biol por 19 litros de agua cada quince días, en plantación 6 litros de biol por 14 litros de agua cada treinta días.

## **Anexos 5. Actividades de campo durante la investigación de trabajo**

### **Construcción de germinador y preparación de germinador con arena**

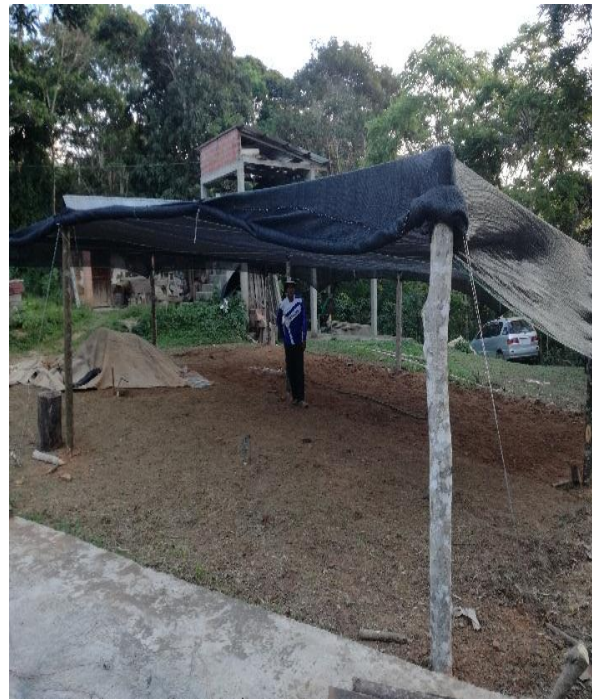


### **Desinfección del almacigo y siembra de la semilla de café**





## Limpieza, nivelado del vivero y construcción



## Preparación de bioinsumos biol y compost



## Desarrollo de plantines, en estado de fosforo y chapola



## Repique de chapolas a las bolsas y selección de chapolas



## Medición de plantines y aplicación de bioinsumos



## Plantines dispuestos para trasplantar al a parcela definitivo

