

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

Influencia de niveles de bokashi enriquecido con microorganismos de montaña en el cultivo de café (*Coffea Arabica* var. *Laurina* [Smeathman], caturra), en etapa de vivero en Chanchamayo.

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores: Bach. Treysi Shirley NUÑEZ BONATTO

Bach. Adriana Damaris LAZARO MAXIMO

Asesor: Mg. Benito BUENDÍA QUISPE

La Merced – Perú – 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMIA



TESIS

Influencia de niveles de bokashi enriquecido con microorganismos de montaña en el cultivo de café (*Coffea Arabica* var. *Laurina* [Smeathman], caturra), en etapa de vivero en Chanchamayo.

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Luis Antonio HUANES TOVAR
Presidente

Ing. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
Miembro

Mg. Carlos Alberto LEON YUCRA
Miembro

DEDICATORIA

Con eterna gratitud y cariño, dedicamos a nuestros padres quienes con su invalorable apoyo y paciencia nos orientaron para ser un profesional de éxito.

RECONOCIMIENTO

1. A los docentes y estudiantes de la UNDAC, quienes, con sus enseñanzas, conducción, apoyo moral y compañerismo, nos apoyaron para culminar nuestros estudios.
2. A las instituciones, familiares y amigos que desinteresadamente colaboraron de una u otra forma con el desarrollo de este presente trabajo.
3. A todos mis amigos, simplemente por estar ahí y personas que me apoyaron para el logro de mis metas.
4. A nuestro Mg. Asesor Benito Buendia Quispe, por el apoyo brindado y las sugerencias respectivas durante el asesoramiento del presente trabajo.

RESUMEN

El objetivo de la tesis fue evaluar la acción del bokashi enriquecido con microorganismos de montaña como estimulador del crecimiento en el cultivo de café (*coffea arabica var. Caturra*), etapa de vivero, se condujo la investigación en el vivero de la Escuela de F. P. de Agronomía – filial La Merced – UNDAC, ubicada en el Distrito y Provincia de Chanchamayo, de la región de Junín, ubicada en la selva central del Perú, entre las coordenadas 11° 27'47'96'' latitud sur y 11°04'272'' longitud oeste 075°20'402'' del meridiano de Greenwich, a 813 m.s.n.m. con la intención de determinar la efectividad de los microorganismos de montaña en relación a la altura de planta, así como evaluar la influencia del bokashi enriquecido con microorganismos de montaña con respecto al grosor de tallo, peso de follaje en fresco y número de hojas y determinar su influencia respecto a resistencia de plagas enfermedades. Se utilizaron 100 plantas totales de café cada tratamiento con 5 plantas, respectivamente. Para las mediciones, se empleó un regla, vernier y balanza y la evaluación se efectuó durante cada 7 días. El diseño experimental fue de diseño completamente al azar con cinco tratamientos (incluido el testigo), y cuatro repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron: 3.2 ton/ha. para T1, 4.8 ton/ha. para T2, 6.4 ton/ha. para T3, 8.0 ton/ha. para T4, 0 Ton/ha. para T5 (Testigo)

La evaluación estadística fue en base al análisis de varianza y la prueba de TUKEY al 0.05% de significancia se halló diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, se obtuvo los resultados: el tratamiento que mostró mayor altura fue el T4 con 32.0 cm. Abonado con 8.0 TM/Ha de *microorganismos de montaña (MM)*, cabe indicar que este tratamiento T4 fue el que presentó el mayor crecimiento en menor tiempo de cultivo. Y se realizó el trasplante definitivo 17 días antes de lo previsto en comparación al tratamiento testigo (16 semanas). Para el grosor del tallo, el Tratamiento que tuvo menos días de cultivo hasta trasplante fue el T4, y se trasplanto 17 días antes

del tiempo de cultivo promedio con 3.56 mm de grosor de tallo; para peso el follaje fresco de la planta, el mayor peso promedio también lo presenta el T4 con 26 gr. y el menor valor lo presenta en Tratamiento testigo con 14 gr. El número de hojas reportó el máximo valor para el T4 con 18 hojas y como mínimo el T5 (testigo) con 10 hojas. En relación a la resistencia a algunas enfermedades, como a los hongos etc. la planta de café con microorganismos de montaña demostró que es una alternativa para la producción libre de enfermedades.

Palabras clave: Microorganismos de montaña, bokashi, estimulador de crecimiento, plagas y enfermedades

ABSTRACT

The objective of the thesis was to evaluate the action of bokashi enriched with mountain microorganisms as a growth stimulator in coffee cultivation (*coffea arabica* var. Caturra), nursery stage, the research was conducted in the nursery of the School of FP of Agronomy - subsidiary La Merced - UNDAC, located in the District and Province of Chanchamayo, in the Junín region, located in the central jungle of Peru, between the coordinates $11^{\circ}27'47''96''$ south latitude and $11^{\circ}04'272''$ longitude west $075^{\circ}20'402''$ from the Greenwich meridian, at 813 meters above sea level with the intention of determining the effectiveness of mountain microorganisms in relation to plant height, as well as assessing the influence of bokashi enriched with mountain microorganisms with respect to stem thickness, fresh foliage weight and number of leaves and determine its influence regarding disease resistance pests. 100 total coffee plants were used each treatment with 5 plants, respectively. For the measurements, a ruler, vernier and balance were used and the evaluation was carried out every 7 days. The experimental design was completely randomized with five treatments (including the control), and four repetitions. The treatments studied were: 3.2 ton / ha. for T1, 4.8 ton / ha. for T2, 6.4 ton / ha. for T3, 8.0 ton / ha. for T4, 0 Ton / ha. for T5 (Witness)

The statistical evaluation was based on the analysis of variance and the TUKEY test at 0.05% significance found highly significant statistical differences between the treatments, the results were obtained: the treatment that showed the highest height was the T4 with 32.0 cm. Subscribed with 8.0 MT / Ha of mountain microorganisms (MM), it should be noted that this T4 treatment was the one with the highest growth in the shortest time of cultivation. And the definitive transplant was performed 17 days ahead of schedule compared to the control treatment (16 weeks). For the thickness

of the stem, the Treatment that had less days of cultivation until transplantation was T4, and was transplanted 17 days before the average cultivation time with 3.56 mm of stem thickness; for weight the fresh foliage of the plant, the highest average weight is also presented by the T4 with 26 gr. and the lowest value is presented in Control treatment with 14 gr. The number of sheets reported the maximum value for T4 with 18 sheets and at least T5 (witness) with 10 sheets. In relation to resistance to some diseases, such as fungi, etc. The coffee plant with mountain microorganisms showed that it is an alternative for disease-free production.

Keywords: Mountain microorganisms, bokashi, growth stimulator, pests and diseases.

INTRODUCCIÓN

El mal manejo agronómico, así como los desconocimientos de productos orgánicos como estimuladores del crecimiento afectan considerablemente la producción de café (*Coffea Arabica var. Laurina* [Smeathman], "caturra), etapa de vivero en la Provincia de Chanchamayo; asimismo la humedad del suelo es algo difícil de ver desde la superficie, los diferentes cultivos tienen su área de captación a distintas profundidades del agua al tiempo que evita una buena aireación del suelo. Y por el contrario, un suelo con poca humedad estresa a la planta provocando bajos niveles de producción y la debilita afectando al rendimiento y a la calidad de la planta.

Se ha encontrado que los microorganismos de montaña ayudan a la bacteria *Rhizobium* y favorecen el proceso de fijación de N, aspecto que mejora el crecimiento y rendimiento de las plantas. Estas simbiosis positivas que ocurren en forma natural, se pueden potenciar mediante el empleo de cantidades adecuadas de composta, pues ésta puede estimular y alargar el efecto de los beneficios de los microorganismos de montaña. Por lo cual, se considera importante conocer la naturaleza de las interacciones y definir cuáles son los niveles de los residuos orgánicos que favorecen el mayor desempeño de los simbiontes utilizados. (Silveira, y Cardoso, (1987)

INDICE

DEDICATORIA.....	I
RECONOCIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	V
INTRODUCCIÓN	VII
INDICE.....	VIII
PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
1.1 Identificación y determinación del problema.	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Ubicación del Área en estudio	2
1.2.2 Ecología de la zona de estudio	4
1.2.3 Duración del estudio	5
1.3 Formulación del problema.	5
1.3.1. Problema principal.	5
1.3.2. Problemas específicos	5
1.4 Formulación de Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General.	5
1.4.2 Objetivos específicos.	5
1.5. Justificación de la investigación.	6
1.6. Limitaciones de la investigación.....	8
MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes del Estudio.....	9
2.1.1. Estudios sobre los Microorganismos de montaña.....	9
2.1.2. Productividad de Agrosistemas	10
2.2. Bases Teóricas y científicas	11

2.2.1. El cultivo de café (<i>coffea arábica</i>).....	11
2.2.2. Bioinoculantes.....	26
2.2.3. Bokashi.....	28
2.2.4. Los microorganismos de montaña	30
2.3. Definición De Términos Básicos.....	36
2.4. Formulación de Hipótesis	36
2.4.1. Hipótesis General	36
2.4.2. Hipótesis Específicas	37
2.5. Identificación de Variables.	37
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores	38
METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.1 Tipo de Investigación.....	39
3.2 Método de Investigación.....	39
3.3 Diseño De Investigación.....	40
3.4 Población y muestra.....	41
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	42
3.7. Tratamiento Estadístico.	43
3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	44
3.9 Orientación ética.....	45
RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
4.1. Descripción del trabajo de campo.....	46
4.1.1 Preparación del bokashi enriquecido con microorganismos de montaña	46
4.1.2 Obtención de semillas	46
4.1.3 Preparación del almácigo	47
4.1.4 Demarcación del campo experimental.....	47
4.1.5 Embolsado de sustrato.....	47

4.1.6 Repique	47
4.1.7 Rotulado del terreno	47
4.1.8 Riegos.....	48
4.1.9 Deshierbos.....	48
4.1.10 Control de insectos plagas y enfermedades	48
4.2 Presentación, Análisis e Interpretación De Resultados	48
4.2.1 Altura de la planta:	48
4.1.2 Grosor de tallo de la planta:	50
4.1.3 Peso fresco del follaje del café:.....	52
4.1.4 Número de hojas del café:.....	54
4.1.5 Resistencia a algunas enfermedades, como a los hongos etc. de la planta de café.	56
4.3. Prueba de Hipótesis	57
4.4 Discusión De Resultados	57

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Red vial de la zona de proyecto.....	4
Tabla 2. Datos meteorológicos, según SENAMHI (2016).....	4
Tabla 3. Tratamiento estadístico dosis de bokashi enriquecido.	44
Tabla 4. Dosis de bokashi enriquecido por ha y gr/bolsa.....	45
Tabla 5. Análisis de varianza para altura de planta.....	48
Tabla 6. Prueba de tukey para la altura de planta.....	49
Tabla 7. Análisis de varianza para el grosor del tallo.....	50
Tabla 8. Prueba de tukey grosor del tallo.....	51
Tabla 9. Análisis de varianza para peso de follaje verde	52
Tabla 10. Prueba estadística de tukey para el follaje verde.....	53
Tabla 11: Análisis de varianza para el numero de hojas	54
Tabla 12. Prueba estadística de tukey para el numero de hojas	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acción de los inoculantes en las leguminosas	27
Figura 2. Croquis del campo experimental.....	40
Figura 3. Evolución de la altura de planta hasta la semana 16.....	49
Figura 4. Evolución del grosor del tallo hasta la semana 16	52
Figura 5. Evolución del peso fresco del follaje hasta la semana 16	54
Figura 6. Evolución del número de hojas hasta la semana 16.....	56

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Identificación y determinación del problema.

Se ha observado que los agricultores de nuestra Región tienen un deficiente manejo de los almácigos en los viveros, quienes han generado una dependencia a los insumos agroquímicos y con prácticas inadecuadas en los viveros, los cuales ocasionan contaminación ambiental y posteriormente altos costos de la producción en sus cafetales; generando como consecuencia la disminución de las ganancias de los mismos agricultores.

En la provincia de Chanchamayo el cultivo más comercial es el café y es el que mueve la economía de nuestra Región, el cual tiene alta cotización en el mercado nacional e internacional, Y por ello los agricultores han incrementado su plantación en extensas áreas.

Pero el agricultor de la Selva central desconoce que la mayor producción del café depende de la etapa inicial (vivero), por la absorción de nutrientes que le confiere vigor a la planta para su óptimo desarrollo posterior.

Muchos agricultores buscan acelerar el crecimiento de plántulas sanas y vigorosas en vivero para obtener mejor rendimiento y mejorar la productividad y han ensayado varias técnicas, pero lo realizan en base a fertilizantes químicos y abonos foliares, lo que ocasiona la pérdida de la Certificación de Agricultura Orgánica.

Ante esta problemática se pretende apoyar a los agricultores a través del presente trabajo de investigación evaluando la acción del bokashi enriquecido con Microorganismos de Montaña como un agente estimulador del crecimiento y antagonico a los hongos patógenos en el cultivo de coffea arabica (café) con la intención de evaluar su efectividad, en relación al crecimiento tales como la altura de planta, días de instalación en campo definitivo, el grosor del tallo, la cantidad y tamaño de hojas asimismo se pretende evaluar la influencia del bokashi enriquecido con Microorganismos de Montaña con respecto a resistencia algunas enfermedades y a la infestación por hongos etc.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Ubicación del Área en estudio

El presente trabajo se desarrolló en los viveros de la Escuela de F. P. de Agronomía – filial La Merced – UNDAC, ubicada en el Distrito y Provincia de Chanchamayo, de la región de Junín se encuentra ubicada en la selva central del país, formando parte de la cuenca alta del río Chanchamayo con una altura de 813 m.s.n.m. El lugar de estudio tiene las siguientes coordenadas:

- Latitud Sur A 11°04'272''
- Longitud Oeste 075°20'402''

- **Ubicación política:**

- País : Perú
- Departamento : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : Chanchamayo

- **Extensión:**

En los viveros de la Escuela de F. P. De Agronomía – filial La Merced, comprende una superficie de 01 ha, con zonas urbana y rústica y por sus características geomorfológicas, climáticas y por sus antecedentes productivos es predominante para la explotación agrícola.

- **Límites jurisdiccionales:**

El vivero de la Escuela de F. P. De Agronomía – filial La Merced, limita de la siguiente manera:

- Este : Con Calle Tomates.
- Oeste : Con al costado del hospital la Merced.
- Norte : Con Calle Circunvalación.
- Sur : Con propiedad de la IT “la Merced”.

- **Topografía:**

La topografía en los viveros de la Escuela de F. P. De Agronomía – filial La Merced es rústica. Está conformada por un valle, limitada por un lugar plano, el tipo de suelo de textura franco arenosa.

Acceso a la zona del proyecto:

Tabla 1. Red vial de la zona de proyecto

Red vial de la zona de proyecto	kilometros	Horas
Lima-Oroya	185 Km	5
Oroya-Tarma	20 Km	2
Tarma-La Merced	15 Km	1

En los viveros de la Escuela de F. P. De Agronomía – filial La Merced, ubicado en la margen izquierda de la carretera asfaltada San Ramon- La Merced, que se comunican con Cerro de Pasco, Huánuco, Tarma, Jauja, Huancayo, Lima y el resto del país.

1.2.2 Ecología de la zona de estudio

El distrito de chanchamayo, el lugar donde se realizó trabajo de investigación tiene como zona de vida: bosque húmedo pre montano tropical bh-PT. según el mapa ecológico del Perú, con precipitación Pluvial de 1918.10 mm/año.

Meses	Temperatura Media Mensual (°C)	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Mayo	26.4	198.3	75
Junio	25.6	177.4	75
Julio	25.5	203	78
Agosto	25.3	223.4	75
Setiembre	24.1	232	77
Total	126.9	1034.1	380
Promedio	25.38	206.82	76

Tabla 2. Datos meteorológicos, según SENAMHI (2016).

1.2.3 Duración del estudio

Las evaluaciones de las variables se evaluó durante 04 meses.

1.3 Formulación del problema.

1.3.1. Problema principal.

- ¿Cuál es la efectividad de los niveles de bokashi enriquecido con microorganismos de montaña, en el cultivo de café (*Coffea? arabica* var. *laurina* [Smeathman]., "caturra), en etapa de vivero?.

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la influencia de los microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de plántulas de café en la etapa de vivero?

1.4 Formulación de Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

- Evaluar diferentes dosis de bokashi enriquecido con microorganismos de montaña en el cultivo de café (*coffea arabica* var. *Caturra*), etapa de vivero.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Evaluar la efectividad de los bokashi enriquecido con microorganismos de montaña en relación a la altura de planta y días de instalación a campo definitivo.
- Evaluar la influencia de los bokashi enriquecido con microorganismos de montaña con respecto al grosor de tallo, cantidad de hojas y tamaño de hojas.

- Evaluar la influencia de los bokashi enriquecido con microorganismos de montaña con respecto a resistencia alguna enfermedad y a la infestación por hongos.

1.5. Justificación de la investigación.

Ante la necesidad imperiosa de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y mantener o aumentar la productividad de los cultivos, se debe desarrollar e implementar nuevas tecnologías para el manejo de los sistemas agrícolas. Una opción para mejorar la calidad y fertilidad de los suelos es el uso de compost y biofertilizantes, los cuales se influyen recíprocamente y pueden llegar a ser incompatibles y sin efecto. Los sistemas de producción del sector primario, son insostenibles y se observan problemas indeseables como la erosión y pérdida de la calidad del suelo. Por lo cual, los productores enfrentan un doble reto: a) Conservar los recursos naturales usados y b) Aumentar la productividad.

La necesidad imperiosa que se tiene de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y aumentar la productividad, exige desarrollar e implementar nuevas tecnologías que sirvan para cumplir con este propósito. Por ello, conviene que las nuevas tecnologías que se usen deben de incluir el aspecto de sostenibilidad aplicando una agricultura sustentable, en la que en el largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y de los recursos base de los cuales depende la agricultura; provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto (American Society of Agronomy, 1989).

El enfoque actual para promover la productividad, se está manejando a través de sistemas, (Quijano *et al.*,1996) indicaron que existen factores como la baja calidad del suelo que limitan la producción potencial de un cultivo, y mencionan que las prácticas agronómicas sólo suprimen o aminoran estos efectos, pero que no determinan de manera directa el rendimiento. Si se quiere mantener una alta productividad de un sistema de producción agrícola, es condición indispensable; promover una buena calidad biológica y físico-química del suelo, para que las plantas que se desarrollen en él estén bien alimentadas. (González *et al.*,1990).

La calidad del suelo se puede mantener reabasteciendo al suelo los nutrientes extraídos por las cosechas, con el uso de fertilizantes químicos sintéticos o bien mediante la reincorporación de residuos orgánicos. Otra alternativa para mejorar la calidad del suelo y obtener altos rendimientos, es mediante la reactivación y el uso de microorganismos simbióticos, los cuales se asocian con las raíces de las plantas e inducen a que éstas posean una nutrición más adecuada, como ejemplo se cita una mayor disponibilidad de N en el caso de las bacterias *Rhizobium*, y mayor absorción de P cuando se usan hongos micorrízicos (González *et al.*,1990).

La agricultura moderna, busca actualmente formas de desarrollar producción preservando el medio ambiente y evitar su contaminación.

Por lo que la alternativa de desarrollar producción con el uso de Microorganismos de montaña es obtener beneficios que mejorará los suelos al disminuir las labores agrícolas, en función de realizar la recuperación del suelo

Por lo que, si se quiere impulsar el aumento de la productividad de los sistemas agrícolas y al mismo tiempo conservar los recursos naturales, se debe promover el uso del compost y los microorganismos simbióticos, (Bourlang y Dowell,

1994). Estos, se consideran factores importantes en la productividad agrícola, y representan un potencial para generar una agricultura sostenible pues mejoran el ciclo de nutrimentos manteniendo la integridad del ambiente (González *et al.*, 1990)

1.6. Limitaciones de la investigación.

- La primera limitante de este estudio fue la medición de la variable dependiente. Altura de la planta de café (cm), Grosor de tallo de la planta de café (mm), Peso fresco Follaje de la planta de café (gr), Número de hojas de la planta de café (cant) y Resistencia a algunas plagas y enfermedades, de la planta de café.
- La segunda limitante es implícitamente a la metodología de la investigación, por tratarse de un tema agrícola.
- La tercera limitante constituye el tamaño de la muestra, que se tomó en la investigación, lo que no posibilitó generalizar los resultados a obtener. pues si fuera más amplia da resultados muy contundentes, así como amplía el poder de las pruebas estadísticas.
- La cuarta limitante la imposibilidad de controlar los efectos perturbadores provocados por variables extrañas en el experimento

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Estudio

2.1.1. Estudios sobre los Microorganismos de montaña

Se ha encontrado que los microorganismos de montaña ayudan a la bacteria *Rhizobium* y favorecen el proceso de fijación de N, aspecto que mejora el crecimiento y rendimiento de las plantas. Estas simbiosis positivas que ocurren en forma natural, se pueden potenciar mediante el empleo de cantidades adecuadas de composta, pues ésta puede estimular y alargar el efecto de los beneficios de los microorganismos de montaña. Por lo cual, se considera importante conocer la naturaleza de las interacciones y definir cuáles son los niveles de los residuos orgánicos que favorecen el mayor desempeño de los simbioses utilizados. (Silveira, A. 1987)

2.1.2. Productividad de Agrosistemas

El enfoque actual para promover la productividad y definir el efecto de las variables que intervienen en el rendimiento para un cultivo como el café se está manejando a través de sistemas, Quijano *et al.*, (1996). Indicaron que existen factores abióticos que determinan la producción potencial de un cultivo, otros como la calidad biológica y físico-química del suelo que limitan el crecimiento y a estos se agregan los factores bióticos que reducen la producción, por ejemplo, las plagas. Además, mencionan que las prácticas agronómicas modifican el ambiente físico-biológico en donde se desarrolla la planta, señalando que éstas sólo suprimen o aminoran los efectos de los factores limitantes o reductores de la producción, pero no determinan el rendimiento directamente. (Quijano *et al.*, 1996).

De acuerdo con este enfoque, se reconoce que, si se quiere mantener una alta productividad de un sistema de producción agrícola, es condición indispensable (entre otras acciones) promover una buena calidad de suelo, esto con la finalidad de que las plantas se desarrollen y estén bien alimentadas. la definición de calidad de suelos incluye tres principios importantes: a) La productividad del suelo, que se refiere a la habilidad del mismo para promover la productividad del ecosistema o agroecosistema, sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas; b) la calidad medio ambiental, entendida como la capacidad de un suelo para atenuar los contaminantes ambientales, los patógenos, y cualquier posible daño hacia el exterior del sistema, incluyendo también los servicios ecosistémicos que ofrece (reservorio de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, recarga de acuíferos, etc.), y c) la salud, que

se refiere a la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos y nutritivos para los seres humanos y otros organismos (Astier et al., 2002).

La calidad del suelo y su productividad, están ligadas al conglomerado orgánico y a la cantidad de microorganismos presentes en el suelo, estos atributos se consideran un proceso dinámico que cambia a través del tiempo y del espacio, influenciado directamente por aspectos como la pérdida de la fertilidad natural por la extracción de las cosechas, por las altas productividades y por la no reincorporación de los residuos orgánicos (FAO, 1991).

2.2. Bases Teóricas y científicas

2.2.1. El cultivo de café (*coffea arábica*)

El café pertenece a la familia de las *Rubiaceas*, que tiene alrededor de 500 géneros y más de 6000 especies, la mayoría árboles y arbustos. Son principalmente de origen tropical, y de una amplia distribución (Camasca, A. 1994).

Taxonómicamente, todas estas plantas se clasifican como del género *Coffea*, y se caracteriza por una invaginación en la parte ventral de la semilla. Se encuentran desde pequeños arbustos hasta árboles de más de 10 m., sus hojas, que son simples, opuestas y con estípulas varían tanto en tamaño como en textura, sus flores son completas, blancas y tubulares, y los frutos, son unas drupas de diferentes formas, colores y tamaños, dentro se encuentra la semilla, normalmente dos por fruto (Murray,S. 2004).

Hoy, se reconocen 103 especies, sin embargo, sólo dos son responsables del 99 % del comercio mundial: *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. Son originarias de África o de Madagascar. Así como también existen muchas variedades: Typica, catimor, paché común, bourbón, caturra etc. (Murray,S 2004).

2.2.1.1. Descripción Botánica

Reino-----	Plantae
Tipo-----	Espermatofitas
Sub-tipo-----	Angiospermas
Clase-----	Dicotiledóneas
Sub-clase-----	Gamopétalas inferiorvariadas
Orden-----	Rubiales
Familia-----	Rubiáceas
Género -----	Coffea
Sub-género-----	Eucoffea
Especies -----	Arabica, caturra, canephora, liberica (Murray,S. 2004).

2.2.1.2. Caturra

Esta variedad es una mutación del Borbón en el estado Minas Gerais en Brasil. Es una planta de porte bajo, tronco grueso y poco ramificado e inflexible. Posee entrenudos muy cortos en las ramas y en el tallo, que lo hacen un alto productor. Sus hojas son grandes, de bordes ondulados, anchos, redondeados, gruesos y verde oscuro. Es un arbusto de un aspecto general compacto y de mucho vigor. Las ramas laterales forman un ángulo bien cerrado con el tronco. Su sistema radical está bien desarrollado lo que le permite adaptarse a diferentes condiciones. Es una variedad muy precoz y de alta producción por lo que requiere un manejo adecuado. (Murray,S. 2004).

2.2.1.3. Aspectos ecológicos

- **Clima**

El clima es el conjunto de Temperatura, Lluvias y luminosidad. El clima afecta el desarrollo de la campaña cafetalera. Las zonas cafetaleras en el Perú van desde 600 a 2,000 m.s.n.m. y pueden distinguirse cuatro zonas:

- Zona baja : 600 a 1000 m.s.n.m.
- Zona media : 1000 a 1200 m.s.n.m.

- Zona de estructura altura : 1200 a 1400 m.s.n.m.
- Temperatura media : 18 a 20 °C
- Luminosidad : 150 horas sol/mes
- Lluvias : 1200 mm/mes
- Época seca : Máximo 2 meses

Arcilla,J. (2010)

2.2.1.4. Características Fenotípicas:

- **Altura de la planta de café**

El Tallo: es leñoso, erecto y de longitud diversa de acuerdo a la variedad. Presenta la particularidad de producir tres tipos de yemas que originan diferentes partes de la planta: el tallo, las ramas y las hojas. (Arcilla,J. 2010).

Algunos autores lo reportan como un arbusto de 4 a 10 m. de altura. Otro autor lo repo como un arbusto de 3-7 m de altura, aunque alcanza los 10 metros en estado silvestre. Generalmente se desmocha para dejarlo entre 2 y 3 m, lo que favorece la ramificación y facilita la recogida de granos.

Los árboles de café son arbustos perennes que si se les permite crecer libremente pueden llegar a medir hasta 20 metros de altura. La vida útil de los cafetos es de 20 a 30 años, sin embargo, su ciclo de vida está directamente relacionado con las condiciones climáticas y edáficas en las que se encuentren establecidos, por lo que unas condiciones desfavorables, pueden acortar la vida de los mismos. Asimismo, la duración de cada fase fenológica está sujeta a las condiciones ambientales que surjan en cada etapa y también de la variedad utilizada. Aunque en cada zona existan manejos de cultivo y condiciones edafoclimáticas diferentes,

las etapas fenológicas se pueden clasificar en los siguientes grupos (Arcilla, J. 2010).

- **Grosor de tallo de la planta de café**

En los cultivos anuales se considera como fase vegetativa el tiempo transcurrido desde la germinación hasta la primera floración. En el caso de especies perennes y arbustivas como el cafeto, la definición de la fase vegetativa es bastante compleja, debido a que el crecimiento vegetativo, por ejemplo, la formación de nudos y hojas y la generación de nuevas raíces, ocurre durante toda la vida de la planta y en la mayor parte del tiempo está intercalado con el crecimiento reproductivo. (Arcilla, J.2010).

De acuerdo a la forma como se desarrolla la planta de café en Colombia, puede considerarse que el desarrollo vegetativo, es decir, la formación de raíces, ramas, nudos y hojas, comprende tres etapas: germinación a transplante (2 meses), almácigo (5-6 meses) y siembra definitiva a primera floración (11 meses). Hasta este momento se considera una etapa netamente vegetativa y de ahí en adelante, las fases de crecimiento vegetativo y reproductivo transcurren simultáneamente durante el resto de vida de la planta. Superposición de las fases de desarrollo vegetativo y reproductivo. Una vez que se ha completado el período desde la siembra hasta la primera floración, hasta este momento se considera una etapa netamente vegetativa y de ahí en adelante, las fases de desarrollo vegetativo y reproductivo transcurren simultáneamente durante el resto de vida de la planta.

Fase de senescencia del cafeto. Como se anotó, el cafeto es una planta perenne y se considera que alcanza su desarrollo y productividad máxima entre los 6 y los 8 años de edad, a partir de los cuales la planta se deteriora paulatinamente y su productividad disminuye a niveles de poca rentabilidad. El ritmo de

envejecimiento depende de la región donde se establece el cultivo, la densidad de siembra, la intensidad de la producción, la disponibilidad de nutrientes, la presencia de plagas y enfermedades o del estrés ambiental, entre otros. (Campos,C. 1980)

Los órganos de la planta completan su ciclo de vida en épocas y edades diferentes, por ejemplo, la hoja tiene una duración promedio de 350 días, una rama primaria dura varios años y una flor abierta dura tres días.

- **Follaje de la planta de café**

El crecimiento de la parte aérea del cafeto se genera a partir de las células meristemáticas ubicadas en el ápice del tallo y de las ramas (yemas apicales) y en las axilas de las hojas (yemas laterales, yemas axilares y yemas seriadas). A partir de los meristemas de las yemas se desarrollan los primordios de nudos, hojas, brotes, ramas y flores. El ápice del tallo es el responsable de la formación de nudos, hojas y del crecimiento en altura de la planta (crecimiento ortotrópico). En el ápice de las ramas ocurre la formación de nudos, hojas y la expansión lateral de la planta (crecimiento plagiotrópico) (Carbajal, J.1994)

A los dos meses después de la germinación, la planta forma el primer par de hojas verdaderas y luego, en la fase de almácigo, la planta adquiere de 6 a 8 pares de hojas verdaderas o nudos. El primer par de ramas se forma entre los 7 y los 8 meses aproximadamente, y a partir del momento de la siembra en el sitio definitivo, la planta comienza la formación de las ramas que van a ser responsables de la producción (Arcilla, J.2010).

En el tallo, un par de hojas o un nudo se origina en promedio cada 25 ó 30 días. En un año se forman aproximadamente de 12 a 14 pares de ramas primarias o cruces.

- **Número de hojas de la planta de café.**

a) **Las hojas del cafeto.** Son órganos en los cuales se realizan los tres procesos fisiológicos más importantes que soportan el crecimiento y desarrollos vegetativo y reproductivo, éstos son: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración. (Arcilla, J. 2010)

La fotosíntesis es el proceso fisiológico que permite la elaboración de toda la materia hidrocarbonada necesaria para la planta.

La respiración es la función fisiológica en la cual la planta utiliza parte de los hidratos de carbono fotosintetizados para obtener la energía necesaria para los procesos de crecimiento y desarrollo. La respiración ocurre en todos los tejidos de la planta, pero es particularmente intensa en las hojas y los tejidos jóvenes. (Coste, R. 2005)

La transpiración es la función mediante la cual la planta elimina por las estomas el exceso de agua absorbida por el sistema radical. Tiene un papel importante en la absorción de agua y nutrimentos, y es un mecanismo de refrigeración de la planta.

Las hojas también cumplen otras funciones como proteger las yemas, las flores y los frutos, de las condiciones climáticas adversas como el granizo y el exceso de radiación, entre otros.

En *C. arabica* las hojas son elípticas, levemente coriáceas, con la lámina y las márgenes un poco onduladas, de un color verde claro cuando jóvenes y verde oscuro cuando completan su desarrollo.

b) **Crecimiento de la hoja.** La hoja se origina a partir de la yema apical, la cual aparece en un corte longitudinal como una protuberancia formada por varias capas de células, algunas de las cuales tienen la capacidad de dividirse para

producir células nuevas que van a formar otros órganos de la planta. De esta manera, el desarrollo foliar se inicia con una serie de divisiones en una de las tres capas celulares más externas cerca de la yema apical, la cual se transforma en otra protuberancia lateral o primordio foliar, que luego por divisiones continuas y crecimiento de sus células se convertirá en una hoja. En 2008, Monroig, estudió la tasa de crecimiento de las hojas en plantas de almácigo de var. Caturra y se encontró que éstas alcanzaban el máximo desarrollo entre 20 y 25 días después de su aparición. En las plántulas el primer par de hojas verdaderas aparece a los 70 días después de la germinación. De otra parte, se ha observado que en las ramas primarias un par de hojas aparece cada 20 días, aproximadamente. El área promedio que alcanza una hoja a plena exposición solar es de 30 a 40 cm².

- c) **Cantidad de follaje.** El número de hojas por árbol y el área foliar de las plantas varían según la edad y la densidad de población. En cafetos de la var. Caturra de 5 años, el número de hojas observado fue de 3.920, 6.400 y 7.600 para las densidades de 10.000, 5.000 y 2.500 plantas por hectárea, respectivamente (Monroig, M. 2008).

En otro estudio con la variedad Colombia se encontró que, para las mismas densidades de siembra, los máximos valores del número de hojas alcanzado por planta fueron de 12.521, 11.623 y 4.365 y el tiempo en el cual se alcanzó este máximo fue a los 56, 53 y 43 meses, respectivamente. Se observó, además, una tendencia a disminuir el tamaño promedio de las hojas con la edad (Monroig, M. 2008).

2.2.1.5. Enfermedades y plagas de los cafetos

a) **Sancocho** ("Damping off") (*Rhizoctoniasolani*; *Fusarium spp.* *Myrothecium roridum*).

Esta enfermedad ocurre en los semilleros de cafetos y se manifiesta en focos donde hay pobre emergencia, plántulas con síntomas o muertas. Los síntomas que se observan son manchas oscuras en las raíces y canchales en la base de los tallos. Estas lesiones entorpecen la traslocación de agua y minerales ocasionándoles la muerte a las plántulas. En la mayoría de los casos los organismos asociados están presentes, aunque en variable densidad poblacional siendo *R. solani* el de mayor importancia causando lo que comúnmente se le conoce como 'mal del talluelo'. La infección se favorece por temperaturas moderadas, medio de propagación húmedo y condiciones desfavorables para la planta. Plántulas infectadas por *M. roridum* pueden manifestar síntomas de bordes quemados en las hojas cotiledonares y pudrición de las raíces. Sin embargo, la infección de las plántulas por este patógeno es de particular importancia para el desarrollo posterior en el vivero. (Arcilla, J. 2010).

Los hongos causantes de damping off' son habitantes del suelo y sobreviven en material vegetal infectado o formando estructuras especializadas, (esclerocios o clamidoesporas). Se diseminan por medio de partículas de suelo contaminado a través del viento, salpique de las gotas de lluvia, herramientas u otras actividades en el área de propagación.

Manejo de la enfermedad: Cambie periódicamente la arena del germinador y aplique un fumigante registrado antes de la siembra. Utilice semilla limpia, seleccionada y propicie la aireación entre plántulas sembrándolas a la densidad recomendada. El material para tapar el área sembrada en el germinador tiene que

estar limpio (nuevo, que no haya tocado el suelo o lavado con desinfectante). Después de la emergencia puede aplicar preventivamente un fungicida y mantenga limpias las áreas que rodeen los germinadores. Maneje el riego adecuadamente y lleve a cabo prácticas que propicien el desarrollo vigoroso de las plántulas. (Bautista, E.2008)

b) Cancros (*Myrothecium roridum*)

Esta enfermedad ocurre en las plantas del vivero y se inicia en el semillero. Los cafetos infectados muestran síntomas de cancos en las porciones bajas de los tallos y/o pudrición de la raíz pivotal. En ambos casos se induce la formación de raíces adventicias en las porciones del tallo bajo el cancro o en la base de la raíz pivotal. Cuando la severidad de la infección es alta las plantas jóvenes sucumben, en otros casos y por las prácticas de abonamiento foliar, las plantas pueden superar la etapa de mayor susceptibilidad y no manifestar los síntomas severos. Estos cafetos sobreviven la etapa de vivero y pueden ser trasplantados al campo, pero eventualmente morirán por incapacidad para superar las condiciones normales de estrés. La infección se favorece por condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas. (Arcilla, J. 2010).

Manejo de la enfermedad: Trate la mezcla de tierra con un fumigante registrado. Seleccione rigurosamente las plántulas para el trasplante y no utilice las de germinadores con damping off'. Trasplante solamente plántulas que manifiesten raíces sin manchas. Lleve a cabo las actividades del trasplante en estricta sanidad. Maneje el agua de riego con cautela evitando la excesiva humedad y provea el declive adecuado para el desagüe del agua de lluvia. Propicie la aireación entre plantas dejando un espacio entre cada par de eras y provea altura a la malla para sombra. Elimine las bolsas donde las plantas hayan muerto. Mantenga vigilancia

en el vivero para plantas tronchadas, cloróticas y con ataques severos de *Cercospora coffeicola*. Separe estos cafetos y examine para canchros y/o presencia de raíces adventicias y destruya las plantas enfermas.

c) Mancha Cercosporica (*Cercospora coffeicola*)

La mancha de *Cercospora* prevalece particularmente en el vivero y en los cafetales sin sombra. La infección en las hojas se inicia a través de las estomas formando lesiones circulares con borde ladrillo oscuro, centro claro y en algunos casos está presente un halo clorótico. Inicialmente son pequeñas, pero pueden coalescer y/o aumentar en tamaño ocasionando eventualmente la caída prematura de las hojas. En los frutos la infección se inicia a través de heridas o exposición al sol formando lesiones similares a las de las hojas, pero que eventualmente dejan de ser circulares para tornarse alargadas y oscuras. En algunos casos estos frutos manifiestan una maduración prematura. La infección se favorece por condiciones de estrés en la planta. (Bautista, E. 2008)

Manejo de la enfermedad: Propicie buen balance nutricional a los cafetos jóvenes del vivero y a los adultos en el campo. Utilice plantas sanas y vigorosas para iniciar la plantación y de ser necesario aplique fungicidas a las plantas en el vivero.

d) Mal Rosado (*Corticium salmonicolor*)

El mal rosado se caracteriza por la presencia de una costra en los tallos de los cafetos. Esta costra la constituye el micelio del hongo la cual inicialmente es de color cremoso y eventualmente se torna color rosadosalmón. El hongo penetra los tejidos del tallo ocasionándoles una estrangulación interna lo que provoca la muerte de las ramas localizadas después del punto de infección. En algunos casos ocasiona hendiduras en el tallo. Cuando la infección ocurre en la rama ocasiona

la muerte regresiva de la misma. En las frutas este hongo ocasiona manchas circulares, de color claro, un poco hundidas en el centro. El hongo se disemina por medio de basidiosporas a través del viento y por el salpicado de la lluvia. La infección se favorece por condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas.

Manejo de la enfermedad: Esta enfermedad se maneja de forma similar a la del moho de hilachas. (Bautista, E. 2008)

e) Fumagina y Phthiriosis (Interacciones con Insectos)

La fumagina se caracteriza por la presencia de una cobertura negra principalmente en el haz de las hojas. Está cubierta negra es el micelio del hongo *Fumago* sp. El cual utiliza para su desarrollo excreciones de las queresas. Prevalece en áreas de alta humedad.

Cafetos afectados por phthiriosis muestran amarillez en las hojas, marchitez y eventualmente mueren. Ocurre principalmente en plantas de edad avanzada las cuales muestran un manto corchoso de color blanco en las raíces. Este manto está compuesto de micelio del hongo *Diacanthodes novoguineenses* el cual se asocia a la chinche harinosa *Planococcus citri* que invariablemente se encuentra debajo del manto parasitando las raíces. La interacción del parasitismo de la chinche harinosa y la cobertura del hongo ocasiona pudrición de las raíces entorpeciendo las funciones que éstas llevan a cabo. Prevalece en áreas de excesiva humedad y cuando las condiciones son propicias se observan los cuerpos de fructificación del hongo, como sombrillas, en la base de los cafetos.

Manejo de la enfermedad: Propicie la aireación en las siembras, evite la acumulación del agua de lluvia y mantenga los cafetos en condiciones óptimas de

fertilidad. Aplique insecticida para el control de los insectos asociados. (Bautista, E. 2008)

f) Nematodos

Los nemátodos son de particular importancia en las plantas de vivero y en cafetales localizados en áreas cuyos suelos son arenosos. Estos organismos atacan las raíces jóvenes afectando la absorción de agua y minerales y en consecuencia los cafetos infectados manifiestan clorosis en las hojas, defoliación y pobre desarrollo. En casos de alta severidad, y después del estrés de sequía, los cafetos infectados se marchitan y mueren.

Los nemátodos que más frecuentemente se encuentran ocasionando enfermedades en el cafeto son: *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus coffeae*, *Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis* y *Xiphinema americanum*. Los síntomas inducidos varían dependiendo del nematodo presente. La infección ocasionada por *Meloidogyne* sp (nematodo nodulador) se caracteriza por la presencia de nódulos y la de *p. coffeae* (nematodo lesionador) por lesiones pardas que eventualmente causan pudrición de las raíces. Los síntomas típicos de *R. similis* (nematodo barrenador) se manifiestan en pudrición de la raíz y por asperezas a manera de verrugas en la superficie de las raíces infectadas. *Rotylenchulus reniformis* (nematodo reniforme) afecta el desarrollo de la raíz pivotal y la infección por *X. americanum* (nematodo de daga) se puede expresar en muerte regresiva de las ramas.

Manejo de la enfermedad: Trate la arena de los semilleros y la mezcla de los viveros con un fumigante. Asegure de utilizar para el trasplante cafetos libres de nemátodos. Identifique las áreas en la finca con historial de nemátodos y déjela en barbecho por 2 a 3 años, cuidando de que no se establezcan plantas hospederas

de estos nemátodos. Aplique nematicidas o insecticidas-nematicidas para el control integrado de insectos y nemátodos en el cafeto. (Bautista,E. 2008)

2.2.1.6 Manejo en viveros:

- **Selección de semilla**

En condiciones de campo, pese a la aparente uniformidad de las plantas de un cafetal, la producción varía mucho de cafeto a cafeto, pudiendo oscilar la producción de cerezas entre 50 y 2.000 gr por planta y año.

No obstante, este fenómeno, los cafetos de baja producción reciben los mismos cuidados y ocasionan los mismos gastos, excepto de cosecha, que aquellas plantas de alto rendimiento. Por ello es necesario seleccionar y marcar en cada cafetal aquellos cafetos de gran vigorosidad y mayor producción (plantas madres) para luego obtener de éstos las semillas para los replantes, las resiembras o las nuevas plantaciones. (Carvajal,J. 1994)

Criterios de selección de plantas madres:

- Buena forma del árbol.
- Rapidez en su desarrollo y fructificación.
- Fructificación abundante.
- Cosechas abundantes año tras año y poca presencia de granos vanos.
- Buena forma y excelente calidad del fruto.
- Resistencia a plagas y enfermedades.

Un cafeto en buen estado tiene un tronco recto y normalmente grueso y sus ramas primarias no están ni muy distantes ni muy juntas. La rapidez del desarrollo sólo se puede conocer mediante el seguimiento del cafetal desde el momento de su

plantación y, señalando en cada lugar o terreno los cafetos que crecieron y fructificaron en menor tiempo. La producción se mide por superficie productora y ésta a su vez por el número de nudos en cada rama fructífera. Así de dos ramas de igual longitud y vigor será más productora la que tenga mayor número de nudos. Teniendo en cuenta que en todo cafetal hay cafetos que producen ramas con mayor número de nudos se aprovecha esta particularidad para la selección de semilla.

La buena calidad del fruto se juzga por dos aspectos: las cualidades físicas y químicas. Las cualidades físicas son peso, densidad, forma y color del grano; las cualidades químicas son aquéllas que le dan al café su aroma y sabor (características organolépticas). (Carbajal, J. 1994)

- **Proceso de selección de semilla**

La selección de semilla es muy importante, ya que mediante este proceso se pueden obtener cafetos sanos y vigorosos, resistentes a plagas y enfermedades que garanticen una abundante producción de alta calidad. De ninguna manera la semilla ha de ser producto de una recolección de frutos al azar y aún menos debe utilizarse como material de propagación aquellas plantas que germinan en forma espontánea debajo de los cafetos en producción. Con este procedimiento se realiza una "selección al revés", puesto que por lo general se propagan plantas defectuosas.

Cabe mencionar que de cultivos comerciales de híbridos intervarietales, como lo es la Variedad Colombia, no es recomendable seleccionar semilla debido a que su gran variabilidad genética no permite garantizar una uniformidad en la morfología y producción de la siguiente generación.

Durante el proceso de selección y beneficio de la semilla de café han de tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seleccionar aquellos cafetos productores de semilla que se destacan por su vigor, su resistencia a plagas y enfermedades, así como por una producción alta y estable con un bajo porcentaje de grano vano, caracol o gigante. Han de elegirse cafetos que no sean demasiado jóvenes ni demasiado viejos. Por medio de esta práctica las características favorables de las mejores plantas se transmitirán a las futuras plantaciones.
 - Cosechar únicamente frutos sanos, que hayan alcanzado su plena madurez, de las ramas centrales (primarias y secundarias) del cafeto, seleccionando los frutos de las ramas que se encuentran entre el tercero y noveno brote de fructificación. El momento óptimo para recoger semilla es durante el segundo pase de la cosecha.
- **Germinador**

Es indispensable que toda unidad productiva cafetera prepare anualmente su germinador para establecer nuevas áreas de café, renovar las plantas improductivas y llenar los espacios libres que por diversas causas se presentan en las plantaciones. La época apropiada para establecer el germinador es 7 u 8 meses antes de la época de transplante al campo y coincide con el período de lluvias.

Época adecuada para la construcción de germinadores según la ubicación geográfica:

- Bolivia : Abril - Mayo
- Colombia : Abril - Julio
- En El Sur Del País : Septiembre a Octubre

- En El Norte Del País : Enero a Septiembre
 - En El Centro Del País Perú : Mayo a Junio
- (Carbajal,J.1994)

2.2.2. Bioinoculantes

Un inoculante es un concentrado de bacterias específicas, que aplicado convenientemente a la semilla poco antes de su sembrado, mejora el desarrollo del cultivo. Su empleo es una práctica agronómica reconocida en el mundo por sus beneficios productivos y económicos (principalmente en gramíneas y leguminosas) (Acción Social, 2005)

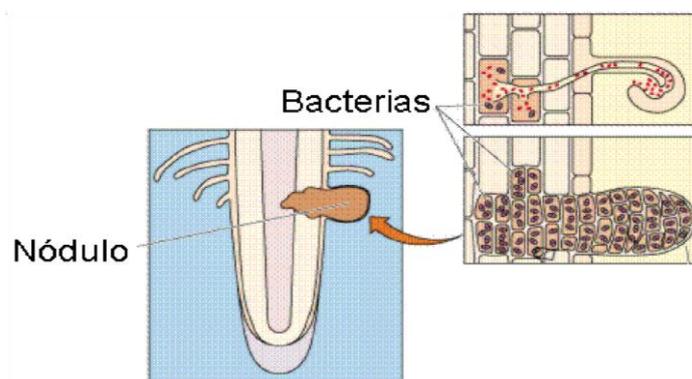
Las leguminosas son una familia muy grande y diversa que comprende unas 20.000 especies, muchas aprovechadas como forrajeras o como fuente de granos ricos en proteínas. Uno de los componentes fundamentales de las proteínas es el nitrógeno, abundantemente distribuido en la naturaleza pues se encuentra en grandes cantidades en el suelo, en el mar y, principalmente, en el aire. En un ecosistema está en equilibrio, el Ciclo del Nitrógeno provee a la tierra la cantidad necesaria de este elemento para que se desarrollen microorganismos fundamentales para el crecimiento de los cultivos. Pero en la mayoría de las explotaciones agrícolas este equilibrio se ve alterado porque una apreciable cantidad del nitrógeno fijado en el vegetal no regresa al suelo, con lo que este último comienza a empobrecerse, situación que se va agravando cosecha tras cosecha. La baja disponibilidad de nitrógeno resulta ser entonces, uno de los más significativos factores limitantes en la producción de cultivos.

Para evitar este debilitamiento del suelo y mantener su fertilidad en condiciones rentables, el productor echa mano a abonos químicos que reponen el nitrógeno

como nitrato o como amonio, que es como lo aprovecha el vegetal. Pero la permanente utilización de estas sales altera significativamente el equilibrio del suelo modificando propiedades metabólicas de las poblaciones microbianas presentes en el ecosistema, y contaminan el medio ambiente (fundamentalmente los mantos acuíferos por el arrastre del nitrato por el agua). Además, el proceso de aplicación de abonos resulta cada vez más oneroso. (Correa, M. 2005)

Hoy la ciencia presenta una alternativa segura, de fácil aplicación y económica, dirigida a incrementar la producción. Consiste en ayudar a la planta a que tome y fije el nitrógeno que necesita agregándole a la semilla un producto industrial, concentrado de bacterias específicas que favorecen la reducción del nitrógeno molecular presente en el aire a nitrógeno combinado (como amonio). Estos microorganismos que se adicionan poseen una enzima gracias a la cual inducen en la leguminosa las formaciones nodulares fijadora del nitrógeno del aire, el que se incorpora al organismo del vegetal para su proceso metabólico y desarrollo saludable (ver figura 1)

Figura 1. Acción de los inoculantes en las leguminosas



Fuente: (Burguers, T. 1994)

Este producto industrial, concentrado de bacterias específicas, se llama inoculante o inóculo, y la técnica de su aplicación se denomina inoculación.

Los inoculantes se comercializan en estados líquido (acuosos u oleosos) o sólido (en polvo o granular).

Los inoculantes biológicos pueden definirse como preparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas benéficas, eficientes fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo, potencializadoras de diversos nutrientes, biocontroladoras o productoras de sustancias activas, que se utilizan para aplicar a las semillas o al suelo con el objetivo de incrementar el número de estos microorganismos y acelerar los procesos microbianos, así mismo son empleados con el fin de promover el crecimiento vegetal o favorecer el aprovechamiento de los nutrientes en asociación con la planta o su rizósfera (Correa, M. 2005)

De esta manera se aumentan las cantidades de nutrientes, que pueden ser asimilados por las plantas o se hacen más rápidos los procesos fisiológicos que influyen sobre la absorción de nutrientes y por tanto en el rendimiento de los cultivos (Bellapart, V. 1996)

La utilización de inoculantes biológicos ha tenido una amplia difusión en los últimos años, también se ha difundido su efecto positivo sobre el rendimiento de muchos cultivos y en distintas situaciones y la factibilidad de una agricultura orgánica. Se clasifican según su uso en biofertilizantes, biocontroladores, aceleradores de compostaje y biorremediadores; siendo algunas especies de *Trichoderma sp.* empleadas dentro de los bioinoculantes como biocontrolador, biofertilizante y acelerador de compostaje. (Bellapart, V. 1996)

2.2.3. Bokashi

Es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”; una traducción de esta palabra al Español (refiriéndonos al abono) es abono orgánico fermentado. (Instituto de Microbiología y bioquímica, 2011).

De igual manera manifiesta que tradicionalmente, para la preparación del Bokashi, los agricultores japoneses usan materia orgánica como semolina de arroz, torta de soya, harina de pescado y suelo de los bosques como inoculante de microorganismos. Estos suelos contienen varios microorganismos benéficos que aceleran la preparación del abono. El Bokashi ha sido utilizado por los agricultores japoneses como un mejorador del suelo que aumenta la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y lo suple de nutrientes para el desarrollo de los cultivos.

Durante el proceso de elaboración del bokashi los microorganismos rompen la materia orgánica y producen CO₂, agua, humus, el producto orgánico final más estable y calor. Bajo condiciones óptimas existen tres fases: 1) mesofílica o de temperatura moderada, que dura un par de días 2) termofílica o de alta temperatura, que puede durar desde unos pocos días hasta meses; 3) de maduración o enfriamiento, que dura varios meses. Diferentes comunidades de microorganismos predominan durante las distintas fases. (Bellapart, V. 1996).

La descomposición inicial es llevada adelante por microorganismos mesofílicos, que rompen rápidamente los compuestos solubles fácilmente degradables. El calor que producen causa un aumento rápido de la temperatura del bokashi.

Cuando se alcanza una temperatura por encima de 40C, los microorganismos mesofílicos se vuelven menos competitivos y son reemplazados por los termofílicos.

En la fase termofílica, las altas temperaturas favorecen el desarrollo de organismos capaces de degradar moléculas más complejas como las proteínas, los ácidos grasos y polisacáridos como la celulosa y la hemicelulosa, las principales moléculas estructurales de las plantas. En la medida que estos compuestos altamente

energéticos son agotados, la temperatura baja gradualmente y los microorganismos mesofílicos vuelven a colonizar y se encargan de la fase final de maduración de la materia orgánica remanente. (Bellapart, V. 1996).

2.2.3.1 Ventajas del bokashi.

Se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización. Además, suministra organocompuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macroorganismos benéficos durante el proceso de fermentación. También ayuda en la formación de la estructura de los agregados del suelo. (Instituto de Microbiología y bioquímica, 2011) También sostiene que el Bokashi se puede preparar en corto tiempo y no produce malos olores ni moscas.

2.2.4. Los microorganismos de montaña

Se ha encontrado que los microorganismos de montaña ayudan a la bacteria *Rhizobium* y favorecen el proceso de fijación de N, aspecto que mejora el crecimiento y rendimiento de las plantas. Estas simbiosis positivas que ocurren en forma natural, se pueden potenciar mediante el empleo de cantidades adecuadas de composta, pues ésta puede estimular y alargar el efecto de los beneficios de los microorganismos de montaña. Por lo cual, se considera importante conocer la naturaleza de las interacciones y definir cuáles son los niveles de los residuos orgánicos que favorecen el mayor desempeño de los simbiontes utilizados. (Silveira, A. 1987).

Es conocido que las raíces de las plantas ejercen una acción selectiva sobre ciertos microorganismos del suelo, repercutiendo en la estimulación del crecimiento de ciertos grupos y en la supresión de otros. Las plantas a su vez, después de que

terminan su ciclo de vida pasan a formar una parte importante de la materia orgánica. Se puede concluir indicando que la productividad del suelo, (Capacidad de producir un cultivo específico o secuencia de cultivos bajo unas prácticas definidas, se mide en términos de producción obtenida (“output”) con relación a los “inputs” de factores de producción, para un tipo específico de suelos y en un sistema definido de cultivo. (Fundases, (2011), esta actividad está ligada a la falta o escasez del conglomerado orgánico y que la materia orgánica no solamente constituye un almacén de alimentos para las plantas, sino también para los microorganismos del suelo y que estos controlan la cantidad de alimentos disponibles, por lo tanto, un suelo fértil es rico en microorganismos. De ahí la importancia de considerar al suelo y su calidad biológica, como un elemento crucial para el diseño e implementación de los sistemas agrícolas sostenibles. (Millar, C. 1975).

Dentro de las relaciones más importantes generadas durante el proceso de evolución de las plantas y los microorganismos están los que se refieren a las diferentes simbiosis entre bacterias, actinomicetos, cianobacterias y diferentes tipos de plantas. Al uso práctico de estos microorganismos simbióticos se le ha llamado biofertilizantes (León, P. 2011). Los cuales se definen como microorganismos de montaña los que están conformados por Bacterias y hongos capaces de fijar N simbiótico y libre, solubilizar el P, producir estimuladores de crecimiento y capaces de reducir las enfermedades fungosas y nematodos (Camasca, A. 1994).

Uno de los ejemplos más conocidos de la simbiosis entre los microorganismos de montaña que mejoran la nutrición de los cultivos y que han sido más ampliamente estudiados, son las bacterias fijadoras del N atmosférico de los géneros *Rhizobium*

y *Bradyrhizobium* que establecen simbiosis con las leguminosas. El establecimiento y la actividad de la simbiosis, se manifiestan por la formación de estructuras nodulares en la raíz de la planta. En las asociaciones donde no hay formación de nódulos, el microambiente favorable de la planta se utiliza como un nicho alternativo para la fijación biológica de N, lo cual ocurre por la asociación con bacterias diazotróficas como *Azospirillum spp*, *Acetobacter diazotrophicus*, *Azoarcus sp.* y *Herbaspirillum seropedicae*. (Reyes, B. 2004), afirman que el N que ingresa por vía biológica a la comunidad de las plantas, puede llegar a ser más del 60%. El bokashi comúnmente se encuentra conformado por:

a) Bacterias

Representan el 80 a 90 % del billón de microorganismos típicamente presentes en el compost. Son responsables de la mayor parte de la descomposición y de la generación de calor. Son de categorías nutricionales diversas y usan un amplio rango de enzimas para romper químicamente una gran variedad de material orgánico.

Al comenzar el proceso predominan las bacterias mesofílicas que en general corresponden a las especies que se encuentran en la superficie del suelo, *Pseudomonas*, un grupo caracterizado por su diversidad metabólica *Bacillus*, *Thiobacillus* y *Enterobacter* son algunos de los géneros encontrados. Bacterias celulolíticas del género *Celullomonas* también están presentes.

A medida que el compost se calienta la población inicial es desplazada por miembros del género *Bacillus*, un grupo con capacidad de degradar proteínas y por actinomicetes. (Reyes, B. 2004)

La cantidad de *Bacillus* es regularmente alta entre los 50° y 55° C pero decrece dramáticamente por arriba de los 60° C. Cuando las condiciones se vuelven

desfavorables estas bacterias sobreviven formando endosporas y vuelven a estar activas cuando las condiciones se vuelven favorables. A las mayores temperaturas del compost se han aislado termófilas extremas como las bacterias del género *Thermus*. (Reyes, B. 2004)

En la fase termofílica (40 a 60° C) desarrollan fundamentalmente bacterias del grupo de los actinomicetes. En el compost este grupo cumple un rol fundamental en la degradación de compuestos orgánicos complejos como la celulosa, las hemicelulosas, la quitina y la lignina. Poseen enzimas capaces de degradar materiales resistentes como corteza de árbol, trozos de madera y papel. Algunas especies aparecen en la fase termofílica y otras se vuelven importantes en la etapa de enfriamiento o maduración cuando sólo quedan los materiales más resistentes y participan en las últimas etapas de formación del humus.

Los actinomicetes son los responsables del olor a tierra en la fase final del compost. Forman filamentos ramificados en forma de telaraña que suelen verse en la parte superior de la pila en las etapas finales. (Camasca, A. 1994).

b) Hongos

Incluyen a los hongos filamentosos y las levaduras. Típicamente saprofitos (obtienen la energía de la materia orgánica de las plantas y animales muertos) y aeróbicos, encuentran un hábitat ideal en el bokashi. Las especies fúngicas son numerosas tanto en las fases mesofílicas como en la termofílica. Crecen como filamentos casi invisibles o como colonias blancas o grises vellosas en la superficie de la pila.

Son responsables de la descomposición de polímeros complejos (celulosa, hemicelulosas, pectinas, lignina). En el compost son importantes porque rompen los restos vegetales y animales permitiendo que las bacterias continúen con la

descomposición una vez que la celulosa se ha agotado. Pueden atacar material demasiado seco, ácido o con bajo contenido de nitrógeno de difícil descomposición por las bacterias. (Reyes, B. 2004)

c) Protozoos y rotíferos

Estos animales microscópicos unicelulares (protozoos) o multicelulares (rotíferos) se encuentran en la película de agua en el compost. Se alimentan de materia orgánica, bacterias y hongos. Su participación en la descomposición del material es menor. (Reyes, B. 2004).

2.2.4.1. Teoría de supresión del suelo a enfermedades

La teoría se refiere al efecto de los medios biológicos sobre la supresión de enfermedades de plantas, que incluyen los siguientes tres mecanismos de supresión de enfermedades en suelos: (1) el agente patógeno no puede establecerse, (2) el agente patógeno está presente pero no puede causar la enfermedad y (3) el agente patógeno causa la enfermedad, pero disminuye con el policultivo. En un experimento de campo en Japón, la aplicación de EM al suelo incrementó el rendimiento de arveja verde sobre el tratamiento control durante tres cosechas sucesivas (Ojeda, J. 1992).

El suelo tratado con EM tenía poblaciones de hongos que fueron significativamente más altos mientras que la incidencia de patógenos de *Fusarium* en las plantas fue mucho más baja (fig. 2). Otros experimentos citados por (Ojeda, J. 1992) demostraron que las plantas en suelos tratados con las diferentes formulaciones de EM (formulación EM 2.3.4) tenían una menor incidencia de enfermedades fúngicas (*Thielaviopsis* y *Verticillium*) y bacterianas (*Xanthomonas*, *Erwinia*, *Agrobacterium* y *Pseudomonas*) que el control. La supresión de los patógenos de las plantas y la incidencia de la enfermedad depende de las

condiciones del suelo, de la planta, y de las prácticas o combinación de las prácticas que se aplican. EM puede inducir a un suelo la supresión natural de enfermedades (Camasca, A. 1994.).

2.2.4.2. Teoría del equilibrio de la población de microorganismos en el suelo

Esta teoría relaciona la incidencia y severidad de enfermedades de plantas que dependen de las condiciones químicas, físicas y microbiológicas del suelo, en función de: la labranza, la fertilización y aplicación de pesticidas, los cultivos, y su rotación, el monocultivo o policultivo, así como de la susceptibilidad y resistencia de los cultivos a enfermedades. Estos factores pueden influir mucho en la población microbiana del suelo y su complejidad y diversidad. La población y la diversidad de microorganismos dañinos y benéficos determinan el equilibrio microbiológico del suelo, y si este es favorable o no para el desarrollo de las plantas (Carbajal, J. 1994).

Según las poblaciones de microorganismos que predominan en ellos, los suelos pueden ser supresivos (por ejemplo por altas poblaciones de actinobacterias, *Trichoderma*, *Penicillium*, algunas especies de *Pseudomonas*, y otros microorganismos antagonistas), cimógenos (suelos con un gran número de *Lactobacillus*, levaduras, bacterias que digieren el almidón, y bacterias para digerir la celulosa), sintéticos (los que tienen un gran número de bacterias fijadoras de nitrógeno como *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Derrxia* y *Spirillum*, bacterias anaeróbicas facultativas como *Bacillus*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Clostridium* y bacterias fotosintéticas).

Cuando un suelo tiene altas poblaciones de hongos patógenos de plantas (*p.e. Fusarium*, *Thielaviopsis*, *Phytophthora*, *Verticillium* and *Pythium*), se considera un suelo que induce enfermedades (Ojeda, J. 1992). La relevancia de esta información

reside en el conocimiento de la clasificación de los suelos según las poblaciones dominantes de microorganismos.

2.3. Definición De Términos Básicos

- **Microorganismos de montaña:** Son hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos benéficos. Los cuales viven y se encuentran en el suelo de montañas, bosques, parras de bambú, lugares sombreados y sitios donde en los últimos 3 años no se han utilizado agroquímicos.
- **Estimuladores de crecimiento:** Es una hormona proteica secretada por la adenohipófisis. Regula el crecimiento postnatal, el metabolismo y el balance electrolítico; aumenta la lipólisis y disminuye los depósitos de grasa; aumenta la captación de proteínas y mantiene la masa y fuerza muscular.
- **Agrosistemas:** Un conjunto de componentes físicos y sociales, unidos o relacionados de manera tal que forman una unidad, un todo cuyo objetivo básico no es otro que la producción de alimentos de manera sustentable.
- **Bokashi:** Es producto de un proceso de fermentación (proceso anaerobio) que acelera la degradación de la materia orgánica (animal y vegetal) y también eleva la temperatura permitiendo la eliminación de patógenos (pasteurización).
- **Bioinoculantes:** Es un concentrado de bacterias específicas, que aplicado convenientemente a la semilla poco antes de su sembrado, mejora el desarrollo del cultivo.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

- Se encontrara una respuesta favorable del bokashi enriquecido con microorganismos de montaña como estimulador de crecimiento en la etapa de vivero de café (*coffea arabica var.caturra*).

2.4.2. Hipótesis Específicas

- No se encontrará una respuesta favorable del bokashi enriquecido con microorganismos de montaña como estimulador de crecimiento en la etapa de vivero de café. (*Coffea arabica var.caturra*)

2.5. Identificación de Variables.

Variables Independientes (X)

XI: Bokashi eriquecido con Microorganismos de montaña

X1.1: 3.2 ton/ha. Bokashi eriquecido con Microorganismos de montaña

X1.2: 4.8 Ton/Ha. Bokashi eriquecido con Microorganismos de montaña

X1.3: 6.4 Ton/Ha. Bokashi eriquecido con Microorganismos de montaña

X1.4: 8.0 Ton/Ha. Bokashi eriquecido con Microorganismos de montaña

X1.5: Testigo (Sin Aplicación)

Variables dependientes (Y)

Y1: Características agronómicas de cultivo de café (*coffea arabica var. caturra*), etapa de vivero

Y1.1: Altura de la planta de café (cm)

Y1.2: Grosor de tallo de la planta de café (ml)

Y1.3: Peso fresco Follaje de la planta de café (gr)

Y1.4: Número de hojas de la planta de café (cant)

Y1.5: Resistencia a algunas plagas y enfermedades, de la planta de café.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

- **Altura de la planta de café**

Se evaluó la altura de planta cada 7 días después del repique de plántula a las bolsas de vivero, con la ayuda de una regla, considerando desde el ras del suelo hasta la parte terminal de la planta.

- **Grosor de tallo de la planta de café**

Haciendo uso de un pie de rey se realizó la medida del diámetro del tallo. La evaluación fue semanal a las mismas plantas marcadas en cada tratamiento. Esta medida se hizo en la mitad del tallo tomando como referencia el nivel del suelo.

- **Peso fresco Follaje de la planta de café**

Se evaluó el peso fresco follaje con la ayuda de una balanza

- **Número de hojas de la planta de café**

Se evaluó el número de las hojas al conteo en cada planta marcada.

- **Resistencia a algunas enfermedades, como a los hongos etc. de la planta de café.**

- Durante el desarrollo de esta investigación no se presentó plagas ni enfermedad alguna.

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación, corresponde a una investigación experimental-cuantitativo porque se recurre a la ciencia sobre trabajos de cultivo de café.

3.2 Método de Investigación

Se observó y evaluó la altura de la planta de café, grosor de tallo de la planta de café, peso fresco del follaje de la planta de café, número de hojas de la planta de café y resistencia a algunas enfermedades, como a los hongos etc. del cultivo de café (*coffea arabica var. caturra*), etapa de vivero realizado en el vivero de la Escuela de F. P. De Agronomía – filial La Merced, ubicado en el Distrito de la Merced – Provincia de Chanchamayo.

para lo cual se identificó a los Plantas que se encuentran embolsados en el vivero, a las cuales se realizó:

- a) Examen físico completo (condición físico).
- b) Evaluación cada 7 días después del trasplante de plántula durante 16 semanas.
- c) Identificación de tratamiento en estudio/variable.

Se observó, evaluó la altura de la planta de café, grosor de tallo de la planta de café, peso fresco del follaje de la planta de café, número de hojas de la planta de café y resistencia a algunas enfermedades, como a los hongos etc. En el cultivo de café (*coffea arabica var. caturra*), etapa de vivero mediante bokashi enriquecido con Microorganismos de montaña

3.3 Diseño De Investigación

Para el análisis de datos se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos, un testigo y cuatro repeticiones. Todas las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia, y para obtener las diferencias estadísticas entre los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 0.05 % de probabilidad.

El presente estudio, corresponde a un diseño experimental, es decir se estudió la variable independiente bokashi enriquecido con Microorganismos de montaña. Se consideró variable dependiente cultivo de café (*coffea arabica var. caturra*), etapa de vivero. distribuidos de la siguiente forma.

Figura 2. Croquis del campo experimental

Repeticiones	Tratamientos
---------------------	---------------------

I	T1	T2	T3	T4	T5
II	T5	T4	T2	T3	T1
III	T3	T2	T5	T1	T4
IV	T2	T1	T3	T4	T5

La prueba experimental presenta las siguientes características:

- Área Experimental : 25 m²
- Largo de la parcela : 5 m²
- Ancho de la parcela : 5 m²
- Distanciamiento entre Tratamientos : 10 cm²
- Número de plantas/tratamiento : 5
- Número de plantas totales : 100
- Número de parcelas : 20

3.4 Población y muestra

La población estuvo constituida por la totalidad de 100 plántulas de café en bolsas de vivero que serán colocadas en un área de 25 m donde cada parcela experimental contara con 5 plantas. Con semilla Certificada

El tipo de muestreo del presente estudio al azar de 5 plántulas de café, considerando 4 filas, dejando un espacio de 10 cm de ancho para calle.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se usaron los siguientes instrumentos:

3.5.1. Materiales de campo

- Bolsas de 15x15

- Cordel
- Cal
- Letreros
- Mochila fumigadora
- Machete
- Wincha
- Balanza
- Lampa
- Repicador

3.5.2. Materiales de escritorio

- Libreta de campo
- Lápiz
- Plumones
- Bolígrafos

3.5.3. Material biológico

- Semilla de café y sustrato.
- bokashi enriquecido con microorganismos de montaña

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se analizó la información mediante estadística, media, moda, desviación estándar y coeficiente de variación.

Se utilizó la técnica y procesamiento de datos con el Software SPSS17, para la prueba de significación estadística y prueba de comparación múltiple de tukey.

Para el análisis de varianza, la información obtenida se analizó mediante un diseño de bloques completamente al azar cuyo modelo matemático lineal es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = es la expresión del bokashi enriquecido

μ = es la media de la población.

α_i = efecto de los tratamientos (**bokashi enriquecido**).

β_j = representa el efecto del bloque.

e_{ij} = es el efecto del error

Se preparó la tierra con el bokashi enriquecido con microorganismos de montaña según determinen los tratamientos, será de 3.2 ton/ha. para T1, 4.8 ton/ha. para T2, 6.4 ton/ha. para T3, 8.0 ton/ha. para T4, 0 Ton/ha. para T5 (Testigo); y, se evaluo a 5 plantas como repetición y por tratamiento.

3.7. Tratamiento Estadístico.

El presente estudio fue conducido por el método experimental, utilizando el Diseño Estadístico de Completamente al Azar (DCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Se realizó la prueba TUCKEY para verificar si existe diferencia estadísticamente significativa de las medias de los cuatro grupos a un nivel de confianza del 95%.

Tratamientos	Dosis De Bokashi Enriquecido	Repeticiones
T1	3.2 ton/ha.	R1...R4

Tabla 3.

T2	4.8 Ton/Ha.	R1...R4
T3	6.4 Ton/Ha.	R1...R4
T4	8.0 Ton/Ha.	R1...R4
T5	Testigo (Sin Aplicación)	R1...R4

Tratamiento estadístico dosis de bokashi enriquecido.

Tabla 4. Dosis de bokashi enriquecido por ha y gr/bolsa

Tratamientos	Cant bokashi/Ha	gr bokashi/bolsa
T1	3200	53.33
T2	4800	80.00
T3	6400	106.67
T4	8000	133.33
T5	0	0

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Después de recolectar los datos se procedió a almacenarlos en el programa SPSS 17.

Se realizó el análisis TUKEY para verificar si existe diferencia estadísticamente

significativa de las medias de los tres grupos, en los 5 parámetros de evaluación, a un nivel de confianza del 95%.

Los datos registrados durante las evaluaciones de los tratamientos, fueron procesados, para realizar los análisis de variancia del diseño de bloques completamente al azar, con sus respectivas pruebas de significación de los promedios de los tratamientos, según Tukey, para ello se tomó el nivel de significación de $\alpha = 0,05$ y la prueba de regresión y correlación lineal simple para validar el grado de confiabilidad de cada parámetro evaluado.

3.9 Orientación ética

El desarrollo del trabajo de investigación que servirá de referencia para otros trabajos de investigación y que contribuirá al conocimiento en el cultivo de café en selva central fue desarrollado siguiendo los valores éticos del investigador y es así que doy fe que lo que se expone en el presente documento está representado en sus resultados fiel a las evaluaciones realizadas en campo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo.

4.1.1 Preparación del bokashi enriquecido con microorganismos de montaña

Se colocó los materiales como suelo negro, microorganismos de montaña, semolina de arroz, carbón molido, gallinaza y melaza en capas uno sobre el otro, hasta formar un montículo se agregó agua para humedecer. se cubrió la mezcla con bolsas, sacos, paja. El proceso de fermentación duro entre 7 – 30 días. El bokashi se utilizado cuando libero un olor dulce fermentado y apareció hongos blancos en su superficie.

4.1.2 Obtención de semillas

La semilla certificada de café que se utilizó en el presente experimento fue la variedad caturra.

4.1.3 Preparación del almácigo

La siembra se realizó en un cajón de 2x2m de madera que fueron desinfectadas con una solución de agua con Hipoclorito de Sodio al 1%, utilizando arena como sustrato, esto para facilitar la emergencia de las plántulas. Los cajones fueron cubiertos con hojas, esto para mantener la humedad cercana al 100% y una temperatura entre 22 y 30°C, hasta la emergencia de las plántulas.

4.1.4 Demarcación del campo experimental

Se inició con la preparación del terreno que consistió en limpiar toda el área experimental cuya área total fue 25m², acondicionarlo debidamente para que posteriormente determinar las unidades experimentales.

4.1.5 Embolsado de sustrato

El sustrato usado para el embolse es tierra agrícola, materia orgánica. y bokashi enriquecido con microorganismos de montaña según la cantidad de tratamientos a evaluar.

4.1.6 Repique

Esta labor se realizó a los 20 días después de la siembra en almacigo considerando colocar las plantas en las bolsas asignadas de acuerdo a los tratamientos establecidos.

4.1.7 Rotulado del terreno

Se hizo los últimos retoques del área experimental, colocándose los letreros, para bloques y tratamientos.

4.1.8 Riegos

Esta labor se realizó según la necesidad del cultivo, preferentemente en horas muy tempranas de la mañana o en horas más avanzadas de la tarde.

4.1.9 Deshierbos

Se realizó manualmente, para evitar la competencia de nutrientes y de luz con las plantas de café, dicha labor se realizó en varias oportunidades

4.1.10 Control de insectos plagas y enfermedades

Durante el desarrollo de esta investigación no se presentó plagas ni enfermedad alguna.

4.2 Presentación, Análisis e Interpretación De Resultados

4.2.1 Altura de la planta:

Tabla 5. Análisis de varianza para altura de planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sign
tratamientos	4	48.75	12.19	9.06	3.056	4.893	**
Error	15	20.19	1.35				
Total	19	68.94					

$$S= 1.16 \quad C. V = 4.02\% \quad Tc = 16675.31$$

Realizada el análisis de varianza para la altura de planta a las 16 semanas, se observa que existe diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos, así mismo en la fuente de variación tratamientos tanto al nivel de 0.05 y 0.01, lo que indica que el bokashi enriquecido con microorganismos de montaña alcanzan diferente altura a las 16 semanas después del repique. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 4.02 % lo que está considerado como bueno. En promedio general de altura 28.8 cm.

Tabla 6. Prueba de tukey para la altura de planta

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
5	4	26.5000		
2	4	27.7500	27.7500	
1	4	28.2500	28.2500	
3	4		30.0000	30.0000
4	4			31.0000
Sig.		.263	.097	.746

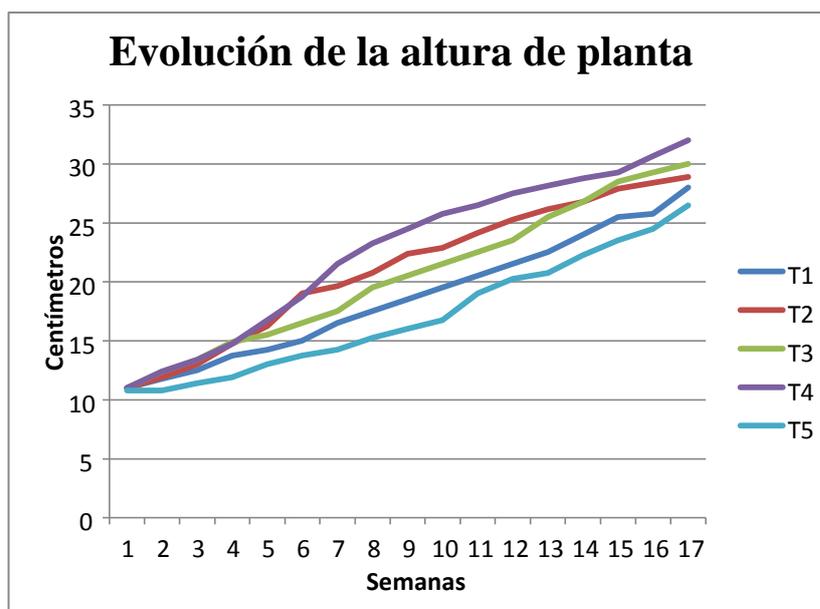
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Al realizar la prueba estadística de Tukey, podemos observar que existe poca diferencia significativa entre los sub grupos que se forman, existiendo un orden creciente para estos sub grupos, que corresponden a los T1, T2, T3 y T4, siendo el Testigo quien muestra el menor valor.

En esta prueba estadística de Tukey, se muestra que se forman 3 sub grupos, los cuales se reagrupan en relación al incremento de los microorganismos e montaña; formando el sub grupo con mayor valor los tratamientos 4 y 3, que tienen mayor cantidad de microorganismos de montaña, y forman el sub grupo con menor valor de altura de planta los tratamientos 5 (Testigo), 2 y 1, siendo los que tienen menor cantidad de microorganismos de montaña.

Figura 3. Evolución de la altura de planta hasta la semana 16



Estos resultados lo podemos observar en la figura 3, donde se muestra la evolución del crecimiento cada semana hasta la semana 16. Donde se observa que el T4 es el tratamiento que presenta mayor crecimiento en comparación a los otros tratamientos, seguida del T3, T2, T1 y T5.

4.1.2 Grosor de tallo de la planta:

Tabla 7. Análisis de varianza para el grosor del tallo

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01%	Sign
tratamientos	4	2.22	0.56	14.82	3.056	4.893	* *
Error	15	0.56	0.04				
Total	19	2.78					

S=0.2 C. V.= 6.47% FC=178.98

Realizada el análisis de varianza para el grosor del tallo muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos; en la fuente de variación tratamientos tanto a nivel de 0.01 y 0.05, así mismo no existe diferencia en la fuente de variación bloques, así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de

6.47% lo que según la escala de Calzada está considerada como buena y un promedio general de 2.99 mm del grosor del tallo.

Tabla 8. Prueba de tukey grosor del tallo

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1	4	2.6250		
2	4	2.6950		
5	4	2.9350	2.9350	
3	4		3.1625	3.1625
4	4			3.5400
Sig.		.210	.484	.091

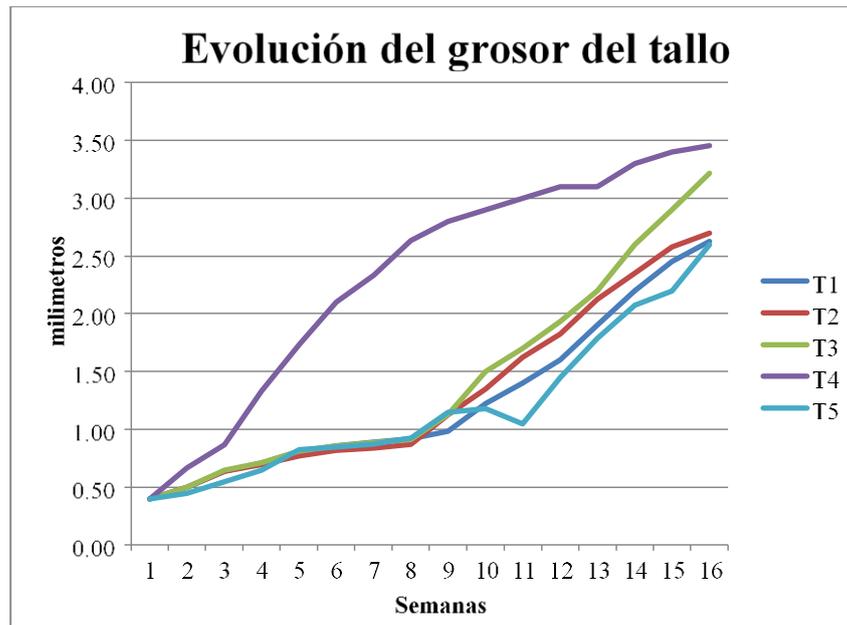
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos

homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Al realizar la prueba estadística de Tukey, observamos que solo existe diferencia estadística para los tratamientos 3 y 4; quienes presentan el mayor grosor del tallo para esta investigación, existiendo valores similares para los Tratamientos T5 (testigo) con T1 y T1 con el T2 presentando el menor grosor de tallo.

Figura 4. Evolución del grosor del tallo hasta la semana 16



En el figura 4 podemos observar la evolución del grosor del tallo hasta la semana 16 de cultivo y vemos que el T4 tiene mayor grosor de tallo desde la tercera semana que los otros tratamientos, lo que nos indica que el abonamiento con de 8.0 TM/Ha de microorganismos de montaña es el que tiene mejores resultados, seguido del T3 con 6.4 TM/Ha de microorganismos de montaña y los otros tratamientos tienen valores cercanos entre ellos con menor grosor, pudiendo concluir que no sería recomendable usar estas dosis de abonamiento.

4.1.3 Peso fresco del follaje del café:

Tabla 9. Análisis de varianza para peso de follaje verde

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01%	Sign
Tratamientos	4	138.30	34.58	15.03	3.056	4.893	* *
Error	15	34.50	2.30				
Total	19	172.80					

S= 1.51 C.V. = 7.74% T.C. = 7683.20

Realizada el análisis de varianza para el peso fresco del follaje se observa que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos tanto a nivel de 0.05 y 0.01 así mismo no existe diferencia estadística en la fuente de variación de bloques, lo que indica que las que el bokashi enriquecido con microorganismos de montaña presentan diferente peso fresco del follaje. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 7.74 % lo que está considerado como bueno. En promedio general el peso fresco del follaje alcanzó 23.7 gr.

Tabla 10. Prueba estadística de tukey para el follaje verde

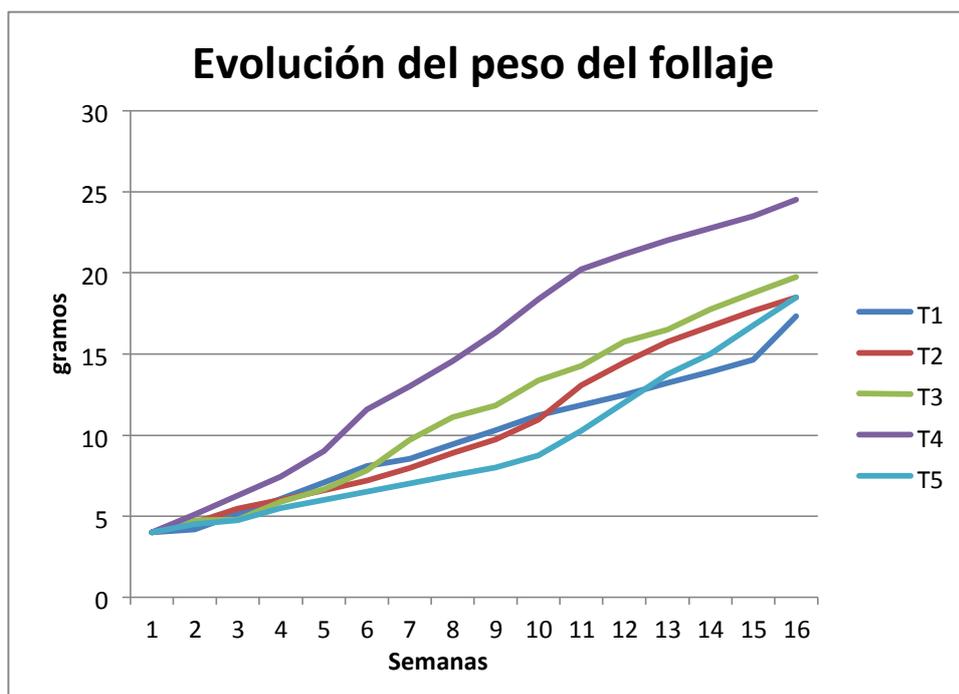
tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	4	16.7500	
2	4	18.5000	
5	4	18.5000	
3	4	19.7500	
4	4		24.5000
Sig.		.085	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Al realizar la prueba estadística de Tukey para el peso fresco del follaje, podemos observar que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, formándose dos sub grupos bien diferenciados, en el primer sub grupo lo conforman los T 1, 2, 5 y 3; y el segundo sub grupo lo forma solo el T4. Que tiene el mayor grosor de tallo. Indicándonos que es la cantidad ideal para usar como abonamiento para los plantones de café a nivel de vivero.

Figura 5. Evolución del peso fresco del follaje hasta la semana 16



Al observar el gráfico de la evolución del peso fresco (ver figura 5.) vemos que, en los primeros dos meses, el crecimiento de las plantas para todos los tratamientos fue casi similar a excepción del T4 quien desde un inicio tiene mayor evolución del peso fresco del follaje. pero después del tercer mes, se incrementa el follaje del T4 y también del T3 seguido por el T2, luego el T1 y finalmente el T5 (Testigo).

Corroborándose la influencia de los microorganismos de montaña en el peso del follaje ya que el T4 es el tratamiento que tiene mayor cantidad de microorganismos de montaña y el T5 con el menor peso de follaje no tiene suministro de los microorganismos de montaña.

4.1.4 Número de hojas del café:

Tabla 11: Análisis de varianza para el número de hojas

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.95	Ft 0.99	Sign
Tratamientos	4	57.20	14.30	8.58	3.056	4.893	* *

Error	15	25.00	1.67				
Total	19	82.20					
S= 1.29		C.V. = 12.07%		F.C. = 2289.80			

Realizada el análisis de varianza para el número de hojas se observa que se encuentra diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos lo que indica que el bokashi enriquecido con microorganismos de montaña las presentan el número de hojas similares. Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es de 12.07 % lo que está considerado como bueno. En promedio general de tamaño de peso fue de 10.7 hojas.

Tabla 12. Prueba estadística de tukey para el numero de hojas

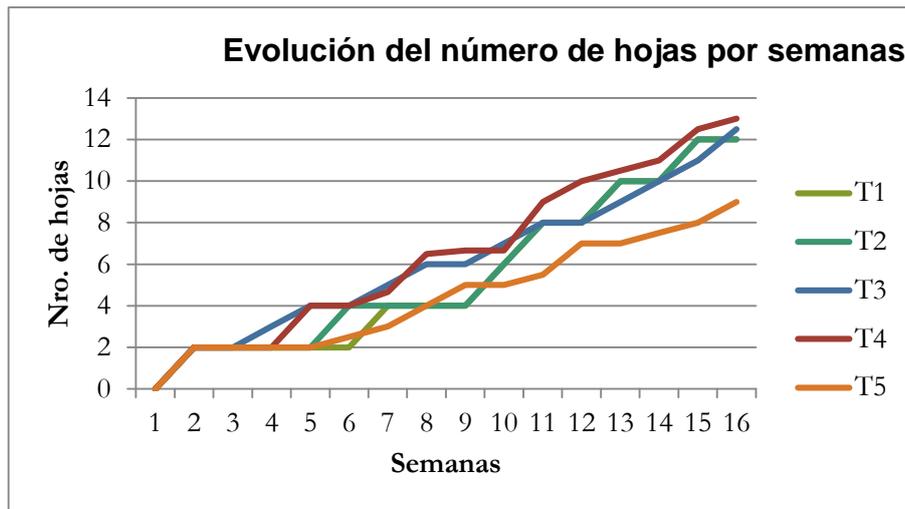
tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
5	4	9.00	
1	4	9.50	
2	4	9.50	
3	4		12.50
4	4		13.00
Sig.		.981	.981

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Al realizar la prueba estadística de Tukey para el número de hojas, (Ver cuadro 12) podemos observar que se forman dos sub grupos, el primer sub grupo con valores menores para esta investigación con valores casi similares en el promedio del número de hojas para T1, T2, y T5 (Testigo), y el segundo sub grupo con valores mayores para T3 y T4 siendo este sub grupo el que muestra el mayor número de hojas para las plantas.

Figura 6. Evolución del número de hojas hasta la semana 16



Al observar el gráfico de la evolución del número de hojas (ver gráfico 06) vemos que, en los primeros dos meses, el crecimiento de las plantas para todos los tratamientos fue casi similar a excepción del T4 quien desde un inicio tiene mayor evolución del número de hojas. pero después del tercer mes, se incrementa el número de hoja del T4 con 13 hoja. y también del T3 con 12.5, seguido por el T2 con 9.5, luego el T1 con 9.5 y finalmente el T5 (Testigo) con 9.5 hojas.

4.1.5 Resistencia a algunas enfermedades, como a los hongos etc. de la planta de café.

El desarrollo de la presente investigación demostró que es una alternativa para la producción de plantitas de café libre de enfermedades, ya que durante el desarrollo de esta investigación no se presentó plagas ni enfermedad alguna.

Las ventajas de usar los microorganismos eficientes demostraron que se minimiza el uso de plaguicidas, ya que es una mezcla libre de patógenos y protegen a las plantas de café. Por lo que es evidente que el uso de los microorganismos eficientes es una alternativa deseable con mucho potencial para la producción de cafetos.

4.3. Prueba de Hipótesis

Al realizar el Análisis de varianza, se observa que los tratamientos con el bokashi enriquecido con microorganismos de montaña de 3.2 ton/ha. para T1, 4.8 ton/ha. para T2, 6.4 ton/ha. para T3, 8.0 ton/ha. para T4, 0 Ton/ha. para T5 (Testigo) observamos que se encuentra diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos corroborando:

Hipótesis alterna: Se encontró una respuesta favorable del bokashi enriquecido con microorganismos de montaña como estimulador de crecimiento en la etapa de vivero de café (*coffea arabica var.caturra*).

4.4 Discusión De Resultados

Estos resultados son los primeros en mostrar que en condiciones del vivero de la Escuela de F. P. De Agronomía – filial La Merced y bajo un sistema invernadero, es posible obtener mejores plantas con bokashi enriquecido con microorganismos de montaña como estimulador de crecimiento en la etapa de vivero de café (*coffea arabica var.caturra*). Lo cual favorece al desarrollo de programas de mejora agrícola en café de cuyo fenotipo son tendientes a una buena producción.

Así mismo queda demostrado que la característica agronomicas, muestra la posibilidad de una selección más precisa en cuanto a los programas de selección de café, con fines de crecimiento para plántones libre de plagas y enfermedades se puede aplicar la investigación tal como lo refieren.

Cuquel F. (1994), quien evalúa el crecimiento de *Celosia argentea* con reguladores de crecimiento ácido indol butírico (AIB) para aumentar el porcentaje, velocidad, calidad y uniformidad del enraizamiento, consiguiendo bajo estas condiciones un enraizamiento satisfactorio de los esquejes en ocho días; sin embargo, en este estudio el proceso de enraizamiento tomo doce días

para obtener raíces cortas y fibrosas, aptas para el trasplante a camas de producción. No obstante, en ocasiones el prendimiento se incrementa mediante el pre tratamiento de las plántulas con sustancias de crecimiento. La mayoría de las plantas herbáceas incluyendo *Celosia argentea*, responden bien al tratamiento mediante reguladores de crecimiento. En ocasiones se producen efectos tóxicos iniciales como son la inclinación de los tallos y los daños causados a las raíces y se pierden muy pocas plántulas (Weaver, 1990). De esta forma y durante la evaluación de las plántulas en el banco de enraizamiento bajo las condiciones del ensayo, si bien hubo pérdida de algunas plántulas relacionada con posibles bacteriosis, estas no fueron representativas y pudieron ser causadas por la temperatura y la alta humedad del banco, pero no se observaron efectos negativos relacionados con la aplicación de la hormona de enraizamiento. Logrando un crecimiento de las plantas en promedio para 120 días de 60 a 90 cm. Por lo que podemos decir que se ha conseguido mejores resultados con nuestra investigación, pero no se ha considerado la humedad de nuestra zona que podría ser otro factor para favorecer el mayor crecimiento de la planta.

En el proceso del engrosamiento del tallo es lento y los valores obtenidos en esta investigación están dentro de los rangos reportados, como lo menciona Argueta (2004)., en su investigación sobre la Evaluación de diferentes medios orgánicos en el cultivo de café a nivel de vivero, realizado en el Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico cultivando seis meses lo reporta que su investigación observando que en el diámetro del tallo sus valores son similares al reportado en esta investigación.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que:

1. Para la altura de la planta de café, el tratamiento que mostró mayor altura fue el Tratamiento 4 con 31.0 cm. Con 8.0 TM/Ha de *microorganismos de montaña*, y el tratamiento que mostró menor altura de la planta fue el Testigo (T5) con 26.5 cm. Cabe indicar que este tratamiento T4 fue el que tuvo mayor crecimiento en menor tiempo de cultivo, ya que se realizó el trasplante definitivo 17 días antes de lo previsto en comparación al tratamiento testigo. Al análisis de varianza se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos.
2. Para el diámetro del tallo, el Tratamiento que tuvo el mayor valor fue también el Tratamiento 4 con 3,54 mm, y el tratamiento que muestra el menor diámetro fue el T5 (Testigo) con 2.93 mm, al realizar el análisis estadístico del ANVA entre tratamientos, se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos.
3. Para el peso del follaje en verde de la planta de café el T4 muestra el mayor valor con 24.50 g. Y el menor valor lo presenta el T1 con 16.75 g. A las 16 semanas de cultivo. Al realizar el ANVA se observa que existe valor altamente significativo entre tratamientos.
4. El número de hojas reportó el máximo valor para el T4 con 13 hojas y como mínimo para el T5 que es el testigo con 9 hojas. Estos datos al someterlo al análisis de varianza, nos reporta que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos.
5. En relación a la resistencia a algunas enfermedades, como a los hongos etc. de la planta de café la presente investigación demostró que es una alternativa para la

producción de plantitas de café libre de enfermedades, ya que durante el desarrollo de esta investigación no se presentó plagas ni enfermedad alguna.

6. Por lo que se corrobora la hipótesis alterna de la presente investigación que se encontrará una respuesta favorable del bokashi enriquecido con microorganismos de montaña como estimulador de crecimiento en la etapa de vivero de café (*coffea arabica var. caturra*)

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar más investigaciones con los Microorganismos de montaña y relacionarla con la aplicación de microorganismos Eficientes ya que no existe muchos reportes sobre esta planta, para poder comparar los resultados de investigaciones con esta planta, ya que se ha introducido el cultivo de esta planta para esta región de nuestro país.
2. Al observar que existe un incremento de los resultados en las variables analizadas en la presente investigación, según se aumenta la concentración de los microorganismos de montaña (MM), se recomienda realizar otras investigaciones con otros abonos orgánicos, para evaluar si se obtiene mejores resultados a nuestros datos reportados.
3. Se recomienda realizar otras investigaciones sobre las acciones de los microorganismos de montaña en otras plantas y determinar su beneficio para la agricultura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acción Social. (2005). Guía de uso de la tecnología EM. Bogota, Colombia. Edit. Fundación de asesorías para el sector rural.
2. Arcilla, J., (2010). Crecimiento y desarrollo de la planta del café. Colombia.
3. Bautista,E (2008). Principales enfermedades del cafeto. Curso de técnicas modernas de manejo de cafetales. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. PROMECAfe. santa tecla, el salvador.
4. Bellapart V. (1996). Nueva agricultura biológica Madrid, España. Ed. Mundi–Prensa.
5. Camasca, A. (1994). Horticultura práctica. CONCYTEC, primera ed. Ayacucho, Perú.
6. Carvajal, J. (1994) Cafeto: Cultivo y fertilización. 2da ed. San José, Costa Rica.
7. Campos, C. (1980). Resúmenes de investigaciones de café 1980-81. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. Santa Tecla, El Salvador.
8. Correa, M. (2005). Microorganismos Eficientes (en línea). OkinawaJP. Consultado 27 dic. 2011. Disponible en <http://www.fundases.com/emos.html>
9. Coste, R (2005). El Café. Editorial Blume, Barcelona, España.
10. Monroig, M (2008). Prácticas modernas en el cultivo del café en Puerto Rico. 2nda ed., Servicio de Extensión Agrícola.
11. Murray, S. (2004). Estadísticas Editorial Mc Graw Hill, México,
12. Ojeda.J. (1992) Políticas forestales y medio ambiente en Doñana y su entorno. Agricultura y sociedad.
13. Fundases, (2011). Fundación de asesorías para el Desarrollo Rural. Extraído de internet el 20 de Junio del 2011; de <http://www.fundases.com>.

14. Instituto de Microbiología y bioquímica, 2011, consejo Superior de Investigaciones científicas. Salamanca-España. Extraído de internet el 21 de junio de 2011; de <http://imb.usal.es/formacion/docencia/microbioapli/TEMA1.pdf>
15. León, P. (2011) bacterias ácido lácticas (bal) silvestres colombianas presentan propiedades adecuadas para la fabricación de masa ácida Vitae, Vol. 13, Núm. 2, 2006, pp. 26-35 Universidad de Antioquia – Colombia. Extraído de internet el 19 de Junio de 2011, de: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/1698/169813258004.pdf>
16. Millar, C (1975). Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Primera Edición. Editorial Continental, México.
17. Reyes, B (2004). estabilización de los lodos sépticos que provienen de una comunidad pequeña con Microorganismos eficientes (EM). Tesis. Universidad Earth.
18. Silveira, A y Cardoso, E (1987). Influencia do tipo de solo e do fungo micorrízico vesiculo arbuscular no desenvolvimento de tres cultivares de feijao. Revista Brasileira de Ciencia do Solo En., 33 Ref. (Dept. de Solos, Geología e Fertilizantes, ESALQ, Caixa Postal 9, 13.400. Piracicaba-SP, Brasil).

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE BOKASHI ENRIQUECIDO CON MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA VAR. CATURRA*), ETAPA DE VIVERO.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION		
			VARIABLES Y SUBVARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA, TECNICAS E
<p>Problema Principal: ¿Cuál es la efectividad de los niveles de bokashi enriquecido con microorganismos de montaña, en el cultivo de café (<i>Coffea? arabica</i> var. <i>laurina</i> [Smeathman]., "caturra), en etapa de vivero?.</p>	<p>Objetivo General: Evaluar diferentes dosis de bokashi enriquecido con microorganismos de montaña en el cultivo de café (<i>coffea arabica</i> var. <i>Caturra</i>), etapa de vivero.</p>	<p>Hipótesis General: Se encontrara una respuesta favorable del bokashi enriquecido con microorganismos de montaña como estimulador de crecimiento en la etapa de vivero de café (<i>coffea arabica</i> var. <i>caturra</i>).</p>	<p>Variables de la investigación: Variable independiente: VII.- Bokashi enriquecido con Microorganismos de montaña</p>	<p>Para la variable independiente: V1: Indicador ton -T1 es 3.2 ton /Ha. que equivale 53 gr por bolsa. -T2 es 4.8 ton/Ha. que equivale 80gr. Por bolsa -T3 es 6.4 Ton/Ha que equivale 106gr. Por bolsa -T4 es 8.0 Ton/Ha. que equivale 1333 gr.</p>	<p>Tipo de investigación: Experimental de campo, cuantitativo. Métodos de investigación: Inductivo – Deductivo.</p>

<p>Específico: ¿Cuál es la influencia de los microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de plántulas de café en la etapa de vivero?</p>	<p>Objetivo Específico: O1.- Evaluar la efectividad de los bokashi enriquecido con microorganismos de montaña en relación a la altura de planta y días de instalación a campo definitivo.</p>	<p>Hipótesis Específica: H1.-No se encontrará una respuesta favorable del bokashi enriquecido con microorganismos de montaña como estimulador de crecimiento en la etapa de vivero de café. (<i>Coffea arabica var.caturra</i>)</p>	<p>Variable dependiente: VD1.Características agronómicas de cultivo de café (<i>coffea arabica var. caturra</i>), etapa de vivero</p>	<p>Para la variable dependiente: V1: Indicador cm Altura de planta. Indicador mm Grosor de tallo Indicador gr Peso fresco del follaje Indicador unid. Número de hojas</p>	<p>Diseño de investigación: Diseño Completamente al azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones. - Modelo aditivo lineal - Análisis de variancia. Población y muestra: - La población estuvo compuesta por 100 plantas de cafe - La muestra estuvo compuesta de 20 plantas tomadas al azar de plantones de cafe.</p>
---	--	--	---	---	---

	<p>O2.- Evaluar la influencia de los bokashi enriquecido con microorganismos de montaña con respecto al grosor de tallo, cantidad de hojas y tamaño de hojas.</p>				<p>Técnica e instrumento de recolección:</p> <ul style="list-style-type: none">- La técnica utilizada fue de observación.- El instrumento utilizado fue la ficha de recolección de datos.
--	--	--	--	--	---

Instrumentos de Recolección de datos.

Promedio de la altura de planta a las 16 semanas

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	29	28	31	29	25.00
R2	27	29	28	31	28.00
R3	28	29	31	32	27.00
R4	28	29.5	30	32	26.00

Promedio del grosor de tallo a las 16 semanas (mm.)

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	2.44	2.67	3.4	3.4	2.80
R2	2.46	2.73	3.1	3.46	2.99
R3	2.7	2.69	3.15	3.5	3.30
R4	2.9	2.69	3	3.8	2.65

Promedio del peso del follaje a las 16 semanas (gr.)

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	18	19	20	23	17.00
R2	18	19	18	25	18.00
R3	16	18	23	26	19.00
R4	15	18	18	24	20.00

Promedio de número de hojas a las 16 semanas

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	10	8	10	12	8.00
R2	10	10	12	12	8.00
R3	10	10	14	14	10.00
R4	8	10	14	14	10.00

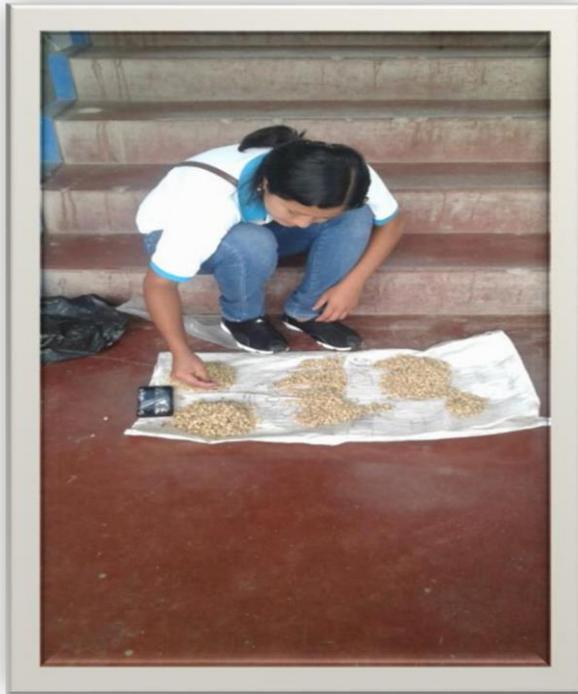


Foto 1. Selección de semilla de café caturra



Foto 2. Preparación de los microorganismos de montaña



Foto 3. Preparación del bokashi



Foto 4. Cubierta del bokashi para evitar pérdida de humedad



Foto 5. Embolsado de plántulas de cafeto



Foto 6. Preparación del germinadero



Foto 7. Realizando el repique a las bolsas



Foto 8. Medición de la altura de la planta

