

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE  
AGRONOMÍA**



**“DOSIS Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE  
MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN LA PRODUCCIÓN DE  
PORTAINJERTOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), AYNA  
SAN FRANCISCO, 600 m.s.n.m. AYACUCHO”.**

**Tesis para obtener el título profesional de  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:  
VITALIANO EFRAIN MUJICA LEÓN**

**AYACUCHO - PERÚ  
2013**

Tesis  
Ag 1029  
Mwj

**“DOSIS Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS  
BENÉFICOS EN LA PRODUCCIÓN DE PORTAINJERTOS DE CACAO  
(*Theobroma cacao L.*), AYNA SAN FRANCISCO  
600 m.s.n.m AYACUCHO”**

Recomendado : 05 de agosto de 2013.

Aprobado : 23 de agosto de 2013.



---

Dra. NERY LUZ SANTILLANA VILLANUEVA  
Presidente del Jurado



---

M.Sc. ALEX LÁZARO-TINEO BERMÚDEZ  
Miembro del Jurado



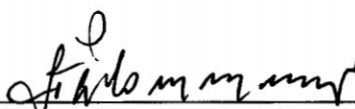
---

Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO  
Miembro del Jurado



---

M.Sc. EFIGENIO QUISPE CURI  
Miembro del Jurado



---

Dr. JUAN RAMIRO PALOMINO MALPARTIDA  
Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias

## DEDICATORIA

*A mis padres, por  
permitirme vivir y su  
apoyo de siempre.*

*Con mucho cariño a mis hijos Candy y  
Diego; y mis hermanos.*

## AGRADECIMIENTOS

A mi alma Mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, con mucha gratitud a los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía por las enseñanzas y consejos vertidos durante mi formación profesional.

A mi asesor el Ing. Alex Tineo Bermúdez, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus consejos y apoyo invaluable en el presente trabajo.

A todos los miembros del jurado, por el tiempo que me brindaron durante la elaboración de la tesis, por las correcciones y consejos en pro del presente documento.

A mis amigos, Máximo Medina Zaga, cacaotero innovador de San Francisco, por permitirme realizar este trabajo en su parcela, el fundo "Villa Vista", a Wilber Oscoco Mejía (Q.E.P.D.) joven profesional de Kimbiri por su apoyo en la conducción y evaluación, a ellos un reconocimiento permanente por su apoyo incondicional.

Igualmente, mis agradecimientos muy sinceros a las personas que participaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo.

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VI
<b>INTRODUCCIÓN</b>	01
<b>CAP. I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	03
1.1 ORIGEN DEL CACAO	03
1.2 ASPECTOS HISTÓRICOS	04
1.3 TAXONOMÍA	04
1.4 MORFOLOGÍA	05
1.5 GRUPOS GENÉTICOS	07
1.6 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CACAO	07
1.7 MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO	11
1.8 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	14
1.9 ENFERMEDADES	16
1.10 LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES (ME)	21
<b>CAP. II MATERIALES Y MÉTODOS</b>	30
2.1. TERRENO EXPERIMENTAL	30
2.2. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	31
2.3. MATERIALES Y EQUIPOS	32
2.4. ANTECEDENTES DEL TERRENO	33
2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	34
2.6. FACTORES EN ESTUDIO	34
2.7. TRATAMIENTOS	35
2.8. CROQUIS DEL ÁREA EXPERIMENTAL	36
2.9. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	36
2.10. VARIABLES Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN	38

2.11. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	38
<b>CAP. III RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>42</b>
3.1. DEL SUELO	42
3.1.1. Determinación química del sustrato post experimento	42
3.1.2 Población microbiana y fúngica del sustrato	44
3.2. DEL CULTIVO	47
3.2.1 Altura de portainjertos	47
3.2.2 Diámetro de tallo	52
<b>CAP. IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>57</b>
4.1 CONCLUSIONES	57
4.2 RECOMENDACIONES	58
<b>RESUMEN</b>	<b>60</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pag.</b>
Cuadro 3.1 Nutrientes del sustrato antes y después de la aplicación de microorganismos benéficos (MB). Ayna San Francisco a 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.	42
Cuadro 3.2 Característica biológica de los sustratos después de la aplicación de dos fuentes de MB, comercial y casero. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.	45
Cuadro 3.3 Altura promedio de portainjertos de cacao (cm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.	47
Cuadro 3.4 Comparativo de altura promedio de portainjertos de cacao (cm) entre factorial y testigo con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.	49
Cuadro 3.5 Análisis de varianza para altura de portainjertos de cacao (cm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.	50
Cuadro 3.6 Prueba de contraste para altura de portainjertos de cacao (cm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.	50
Cuadro 3.7 Diámetro promedio de tallo de portainjertos de cacao (mm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.	52

Cuadro 3.8	Comparativo de diámetro promedio de tallo de portainjertos de cacao (mm) entre factorial y testigo con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.	53
Cuadro 3.9	Análisis de varianza para diámetro de tallo de portainjertos de cacao (mm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.	54
Cuadro 3.10	Prueba de contraste del diámetro de tallo de portainjertos de cacao (mm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.	55

## INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L), es una especie originaria de los bosques tropicales húmedos de América del Sur. Sus almendras constituyen el insumo básico para la industria del chocolate y sus derivados; la industria farmacéutica, y la industria cosmética **García (2000)**.

Nuestra Amazonía es un espacio megadiverso que alberga una amplia diversidad y variabilidad genética de esta especie. Allí podemos encontrar poblaciones dispersas de cacao silvestre, cacao cultivado y especies afines al género *Theobroma*.

Según el **MINAG (2003)**, el cacao es un cultivo tradicional y coloca al Perú como el segundo país exportador de cacao orgánico a nivel mundial, generando 33,000 puestos de trabajo. A nivel nacional existen unas 63,000 hectáreas con una producción media de 35 TM anuales de grano de cacao, de los cuales 11 TM proceden del VRAE de una superficie cultivada de 20,000 ha. Así mismo afirma que en el VRAE existe una frontera agrícola no utilizada de aproximadamente 57,000 ha, las cuales son tierras aptas para el cultivo del cacao.

Las consideraciones expuestas, indican que en el VRAE el cacao, es un cultivo importante y considerado de excelente calidad por sus características organolépticas, encuentra condiciones agroecológicas propicias y aparentes para su cultivo, por lo que es necesario priorizar su

conservación, mejoramiento y multiplicación mediante el establecimiento de bancos de germoplasma y jardines clonales de cacao local.

Pese al enorme potencial del VRAE para la producción del cacao, éste tiene problemas recurrentes como la baja producción, inadecuada instalación y deficiente manejo de viveros, escasa o deficiente aplicación de fertilizantes y abonos tanto a nivel de viveros como en los mismos cultivares.

Según **Arévalo (2004)**, el éxito de las plantaciones perennes de cacao depende en gran parte del empleo de plántulas sanas y vigorosas que provengan de viveros con un manejo adecuado y esmerado.

El presente trabajo de investigación, pretende dar a conocer que la producción de portainjertos de buena calidad son posibles de ser realizados en la misma finca, empleando técnicas sencillas y que requieren poca inversión mediante el uso de soluciones de microorganismos benéficos para aplicar al suelo y a la planta como alternativa orgánica en la nutrición de las plántulas de cacao en etapa de vivero. Por ello, el presente trabajo de investigación se realizó en las condiciones de Ayna San Francisco –VRAE, Ayacucho, con los objetivos siguientes:

1. Evaluar el efecto de la aplicación de dos concentraciones de MB casero y comercial en el crecimiento de portainjertos de cacao.
2. Evaluar el efecto de dos frecuencias de aplicación de MB casero y comercial sobre el diámetro de portainjertos de cacao.
3. Determinar la concentración y frecuencia de aplicación de MB casero y comercial que permita la producción óptima de portainjertos de cacao.
4. Evaluar el efecto de la aplicación de MB casero y comercial en la población bacteriana y fúngica del sustrato.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1. CENTRO DE ORIGEN DEL CACAO

El cacao (*Theobroma cacao* L), es una especie endémica de América del Sur cuyo centro de origen está localizado en la región comprendida entre las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Napo, tributarios del río Amazonas **Chessman (1944)**.

En esta región se han encontrado los más diversos tipos de frutos, algunos parecidos a la variedad 'Criollo', denominados "criollos de montaña", "amelonados" grandes como la variedad 'Nacional' del Ecuador, "angoletas" parecidos a los clones Parinaris y otros tipos de "amelonados" **Soria (1970)**.

Se ha señalado que el centro primario de diversidad del cacao se encuentra en la región nororiental de Perú, Krug & Quarter 1964, citado por **García (2000)**; sin embargo, la existencia de una gran diversidad de poblaciones silvestres y nativas dispersos en la región central y sur de la Amazonía alta, apoyaría la hipótesis de que el centro de origen no solo estaría confinado a dicha región, sino que además incluiría la región centro y suroriental del Perú, por ejemplo, las cuencas de los ríos Huallaga, Ucayali y Urubamba **García (2000)**.

## 1.2 ASPECTOS HISTÓRICOS

Los europeos conocieron el cacao cuando llegaron al continente americano; los pueblos indios establecidos desde el istmo de Tehuantepec (Guatemala) hasta la serranía del Darien (Panamá) lo empleaban a la vez como alimento y como moneda. Por el contrario en América del Sur, en la cuenca del río Magdalena y afluentes del Amazonas, se empleaba para la fabricación de una bebida alcohólica a partir de su pulpa. En el siglo XVI, su cultivo se extendió a las islas del Caribe y en el siglo XVII, pasó a las Filipinas.

Durante el siglo XIX, se extendió a Sri Lanka, Java y Brasil. Desde este último país se difundió a toda África. Actualmente los productores mundiales más importantes son Costa de Marfil, Brasil, Ghana, Indonesia, Malasia y Nigeria. De forma genérica, se cultiva en todas las zonas tropicales del planeta, incluido Oceanía.

Hoy en día el cacao es un cultivo importante en la selva peruana teniendo una buena demanda y buen precio, convirtiéndose en un cultivo rentable para muchas familias y forma parte de nuestra identidad, nuestra cultura y la sabiduría que hemos heredado de nuestros antepasados **Navarro (2006)**.

## 1.3 TAXONOMÍA DEL CACAO

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Dilleniidae
Orden	: Malvales
Familia	: Esterculiáceas.
Género	: Theobroma
Especie	: <i>Theobroma cacao</i> L.
Nombre común	: Cacao.

## **1.4 MORFOLOGÍA**

Según **Enríquez (1987)**, el cacao proveniente de semilla presenta un tronco vertical que puede desarrollarse en forma muy variada dependiendo de las condiciones ambientales, el cual empieza su etapa de producción a los dos años después de establecido en campo. Las plantas clonadas, obtenidas vía injerto o estacas presentan una conformación diferente, sin el predominio de un eje principal. Tiene una raíz principal con más de un metro, posee gran cantidad de raíces secundarias, distribuidas alrededor de la planta y a poca profundidad.

**INFOAGRO (2002)**, indica lo siguiente:

### **Planta:**

Árbol entomófila, umbrófila y cauliflora de tamaño mediano (5-8 m) aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 metros cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m, tronco recto que se puede desarrollar en formas muy variadas según las condiciones ambientales.

**Mejía (2000)**, señala que el botánico Pérez Arbeláez en 1914, clasifica el árbol de cacao entre las plantas hidromegatermas; es decir, que necesitan alta humedad relativa y alta temperatura, con oscilaciones mínimas de ambos factores.

### **Sistema radicular:**

Raíz principal pivotante y tiene muchas secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm. de suelo.

### **Hojas:**

Simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de peciolo corto.

**Flores:**

**García (2007)**, describe a las flores como hermafroditas, pentámeras (5 sépalos, 5 pétalos, 5 estaminodios, 5 estambres, y 5 lóculos por ovario); completas (todos sus verticilios florales) y perfectas (con androceo y gineceo). Las flores aparecen en el tronco en forma solitaria o en grupos denominados “cojines florales” con un diámetro que oscila entre 1 - 1.5 cm de longitud. El ovario es supero, pues está situado sobre el receptáculo y por encima de otras partes de la flor, el estilo es tubular terminando en 5 estigmas.

La polinización es de tipo entomófila, destacando una mosquilla del género *Forcypomya*.

**Fruto:**

**Benito (1991)**, afirma que botánicamente el fruto es una baya glabra, variando su tamaño de 10 a 32 cm; algunas veces es liso otras corrugado, de forma amelonada hasta fusiforme.

Según **Lizano (1992)**, es una baya indehiscente que recibe el nombre de “mazorca”, posee un pericarpio y endocarpio, se encuentra sostenida por un pedúnculo leñoso, resultado del engrosamiento del pedicelo de la flor.

**Barriga (1994)**, menciona que la forma, tamaño y color de las mazorcas depende de los genotipos. Hay diferentes tipos de frutos diferenciados por la relación entre la longitud y el diámetro siendo estos por ejemplo angoleta, cundeamor, amelonado y calabacillo.

**Semillas:**

Las semillas o almendras son de tamaño variable (1.2 - 3 cm), de longitud cubiertas con un mucílago o pulpa de color blanco cremoso, de distintos sabores y aromas (floral, frutal, nueces), y grados de acidez, dulzura y astringencia. Al interior están los cotiledones que pueden ser de color morado, violeta, rosado o blanco, según el genotipo **García (2007)**.

## **1.5 GRUPOS GENÉTICOS**

**Hardy (1996)**, señala que el cacao se divide genéticamente en tres grupos, siendo éstos, los criollos, forasteros y trinitario.

**Cacao Criollo: Argüello, et al. (2000)**, menciona que el cacao criollo se caracteriza por tener estaminoides rosados, mazorcas verdes o rojas del tipo cundeamor, de superficie rugosa y surcos profundos; posee entre 20 y 30 semillas de color blanco o crema, alto contenido de grasa, sin astringencia y bastante aroma; son usados en la industria cosmética. Dentro de este grupo están el cacao pentágona, cacao real y cacao porcelana.

**Cacao Forastero: Argüello, et al. (2000)**, afirma que el cacao forastero es muy variable y se encuentra en forma silvestre en la zona alta (Perú, Ecuador y Colombia) y baja Amazonía (Brasil, Guyanas a lo largo del Río Orinoco en Venezuela), presenta estaminoides con pigmentación púrpura, mazorcas verdes con más de 30 semillas, de color púrpura, con alta astringencia y bajo contenido de grasa. A este grupo pertenecen todos los cacaos comerciales del Brasil, Oeste africano y este de Asia, así como el cacao nacional del Ecuador y líneas del bajo amazonas de tipo amelonado que incluye Iquitos, Nanay, Parinari y Scavina.

**Cacao Trinitario: Argüello, et al. (2000)**, sostiene que este grupo es el resultado del cruzamiento de cacao criollo con forastero. Comprende formas híbridas heterogéneas, su calidad y características botánicas son intermedias entre los dos grupos.

## **1.6 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS PARA EL CULTIVO DEL CACAO.**

El crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva.

Cuando se define un clima apropiado para el cultivo de cacao generalmente se hace referencia a la temperatura y la precipitación, considerados como los factores críticos del crecimiento. Así mismo, el viento, la radiación solar y la humedad relativa afectan muchos procesos fisiológicos de la planta **Paredes (2004)**.

El cacao está distribuido naturalmente en los bosques tropicales húmedos entre las latitudes 18° N y 15° S desde el sureste de México hasta la Amazonia **Cheesman (1944)**.

### **1.6.1 Precipitación.**

La lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año. **Enríquez (1985)**, afirma que el cacao es una planta sensible a la escasez de agua pero también al encharcamiento por lo que se requiere de suelos provistos de buen drenaje. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas más cálidas, en tanto, en zonas frescas o valles altos entre 1200 y 1500.

**Mejía (2000)**, sostiene que necesitan alta humedad relativa y alta temperatura, con oscilaciones mínimas de ambos factores, debido a esto, el cacao es una planta tropical que necesita una buena distribución de lluvias, mínimo de 1200 mm por año, una altitud entre 100 y 1200 metros sobre el nivel del mar, una humedad relativa del 75% y una temperatura no inferior a 18 °C.

En zonas donde la lluvia sea superior a 3,000 mm anuales se requiere un buen sistema de drenaje en el suelo para asegurar el éxito de una plantación. En estas condiciones, si la temperatura media es 23 °C se debe esperar una floración y cosecha durante todo el año. Precipitaciones inferiores a 1600 mm al año, obligan a riegos suplementarios y si la temperatura es irregular con tendencia a períodos más fríos de lo normal

la floración y cosecha puede ser diferenciadamente estacionaria **Adriazola (2002)**.

### **1.6.2 Temperatura.**

Los rangos de temperatura más convenientes para el cacao están entre 24 y 26 °C; las temperaturas inferiores a 21°C dificultan una óptima floración y la presencia de los insectos polinizadores es escasa. Temperaturas bajas durante la formación de los frutos producen mayor porcentaje de grasas no saturadas con bajo punto de fusión y dureza, características indeseables en la industria chocolatera y cosmética **Adriazola (2002)**.

**Paredes (2004)**, por su parte afirma que altas temperaturas pueden afectar las raíces superficiales de la planta del cacao limitando su capacidad de absorción, por lo que se recomienda proteger el suelo con la hojarasca existente.

Del mismo modo, la rápida descomposición de la materia orgánica en el suelo a través de la oxidación y en presencia de la humedad está determinada por la temperatura.

### **1.6.3 Humedad relativa.**

La humedad relativa óptima está entre 70 a 80% **Paredes (2004)**. Según **Arévalo (2006)**, si la zona es demasiado lluviosa (3,500 mm/año) los suelos deben presentar un drenaje perfecto, la humedad relativa debe ser mayor de 70 %. También indica que la humedad relativa esta correlacionada con la precipitación y que niveles de saturación por encima de 70% generan impactos epidemiológicos que incrementan la incidencia de monilia, escoba y los rendimientos por unidad de área.

#### **1.6.4 Viento:**

**INFOAGRO (2009)**, sostiene que los vientos continuos pueden ocasionar el desecamiento, muerte y caída de las hojas; por ello en zonas costeras se emplea cortavientos para evitar daños, estos pueden ser especies arbóreas o madereras.

#### **1.6.5 Luminosidad.**

La luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja intensidad aún cuando la planta este a plena exposición solar.

En la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras plantas para hacer sombra, debido a que las plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares.

Para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% del total de luz los aumenta **Paredes (2004)**.

#### **1.6.6 Suelos.**

Según **MINAG (2003)**, el cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, viento y a la lluvia directa.

Por ello es común el empleo de plantas leguminosas auxiliares que proporcionen sombra necesaria y actúen como fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo.

**Adriazola (2002)**, afirma que es fundamental que su profundidad efectiva este entre 100 cm y 150 cm para que se facilite la fijación de la raíz principal y las raíces secundarias tengan mayor volumen para la absorción de nutrimentos.

También el cacao se siembra en suelos con características de arcilloso, aluviales, de drenaje lento y muy profundo. En épocas de lluvia retiene mucha humedad, son suelos francos de pH 5.93, materia orgánica 2,5%. La disponibilidad de fósforo es alta. El potasio en nivel medio a alto; capacidad de cambio adecuado.

### **1.6.7 Materia Orgánica**

**Paredes (2008)**, sostiene que el cacao requiere de suelos ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante en su desarrollo es la capa delgada húmica. Esta capa se degrada rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, viento y la lluvia directa.

## **1.7 MANEJO AGRONÓMICO**

### **1.7.1 Establecimiento de Viveros**

**Arévalo (2004)**, afirma que el éxito del cultivo del cacao depende en gran parte del empleo de plántulas sanas y vigorosas que provengan de viveros con un manejo adecuado y esmerado. Siendo los pasos para la construcción del vivero como sigue:

#### **a. Ubicación del Vivero**

**Arévalo (2004)**, afirma que la ubicación del terreno es de vital importancia, para facilitar las labores culturales y control fitosanitario, debiéndose ubicar cerca de una fuente de agua limpia.

#### **b. Construcción del Vivero:**

**Arévalo (2004)**, señala que la construcción debe realizarse con materiales de la zona, con postes distanciados y ubicados cada

tres metros con una altura entre 1.80 a 2 m, cubiertos con hojas de palmera.

**c. Preparación de Sustrato:**

**Paredes (2004)**, recomienda para el llenado de bolsas el empleo de tierra negra virgen, rica en material orgánico, cernida en tamiz para eliminar piedras y otros cuerpos extraños. Para enriquecer el sustrato se adiciona 5 kg de guano de isla a 12.5 carretillas de tierra, la misma que sirve para llenar 500 bolsas.

**d. Llenado de Bolsas de Vivero:**

**Arévalo (2004)**, afirma que las bolsas que se utilizan deben tener las siguientes características: polietileno de color negro, 30 cm de alto, 15 cm de ancho y 0.2 mm de grosor, con 4 a 8 agujeros por debajo de la bolsa.

**e. Preparación de semillas:**

**Paredes (2004)**, recomienda emplear mazorcas maduras y bien constituidas, cosechadas del tercio superior del tronco que garanticen un crecimiento vigoroso del patrón. La semilla que se extrae de la mazorca es sometida a la extracción del mucílago con la ayuda de ceniza, aserrín, arena fina, cal apagada o costales de yute, luego se orea bajo sombra por espacio de 8 horas. Luego de esto se desinfecta con ceniza o cal apagada. Para la siembra se emplea una semilla por bolsa en posición horizontal a una profundidad aproximada de 2.5 cm y se cubre con el sustrato.

**f. Manejo de Vivero:**

**Paredes (2004)**, afirma que los principales cuidados que se debe tener en un vivero son:

- Riego diario en horas de la mañana en temporadas de sequía.

- Eliminación manual de malezas para evitar competencia por nutrientes.
- Separar a otro lugar las plantas débiles, mal formadas, raquíticas o las que hayan muerto.
- Llevar a campo definitivo una vez que las plantas tengan 60 a 70 días.
- Mantenimiento permanente del entorno del vivero libre de malezas.

### **1.7.2 Establecimiento de plántones en campo definitivo:**

#### **a. Preparación de terreno:**

**I.C.A. (1990)**, recomienda realizar roce y tumba, evitando en lo posible el quemado, seguidamente sembrar kudzu u otros de crecimiento rápido, esto favorecerá la descomposición de troncos y por consiguiente de la materia orgánica. La sombra temporal se instala con cinco a seis meses de anticipación.

#### **b. Eliminación de malezas**

**INFOAGRO (2009)**, plantea que la eliminación de malezas en cacao se realiza mediante escardas. Las plantas que salen del vivero son muy susceptibles a herbicidas por lo que deben aplicarse con precaución.

#### **c. Poda**

La poda es una técnica que consiste en eliminar los chupones y ramas innecesarias, así como las partes enfermas y muertas del árbol. La poda ejerce un efecto directo sobre el crecimiento y producción del cacaotero, ya que se limita la altura de los árboles y se disminuye la incidencia de plagas y enfermedades. Existiendo podas de formación, mantenimiento, fitosanitaria, rehabilitación y sombra **INFOAGRO (2009)**.

#### **d. Riego**

**INFOAGRO (2009)**, afirma que en zonas tropicales y con elevada pluviometría el aporte de agua procedente de la lluvia es suficiente para satisfacer las demandas hídricas del cultivo; como se ha explicado anteriormente, en zonas donde existe exceso de agua es preciso un drenaje adecuado de la misma para evitar el anegamiento del cultivo. En zonas de menor pluviometría se utilizan los porcentajes de sombreo para evitar la pérdida excesiva de humedad del suelo.

#### **1.7.3 Fertilización**

**INFOAGRO (2009)**, afirma que en el trasplante se debe poner abono orgánico o fertilizante en el fondo. Seguidamente a los 3 meses de la siembra es conveniente abonar con un kilogramo de abono orgánico o bioabono, 100 gramos de un fertilizante como 20-10-6-5 alrededor de cada plantita, en un diámetro de 80 cm aproximadamente.

Durante el primer y segundo año las necesidades por planta son de 60 gramos de nitrógeno, 30 g de  $P_2O_5$ , 24 g de  $K_2O$  y 82 g de  $S O_4$ . A partir del tercer año el abonado se debe hacer basándose en un análisis del suelo.

En general se aplica los fertilizantes en tres o cuatro aplicaciones, con la finalidad de evitar pérdidas de elementos por evaporación o escurrimiento, facilitándose así a la planta los elementos nutritivos en las épocas más adecuadas para un mejor aprovechamiento.

#### **1.8 CONTROL DE PLAGAS**

**INFOAGRO (2009)**, señala que el cacao es una de las plantas económicas que, al mismo tiempo pueden sufrir daños considerables a causa de los insectos, también necesita de algunos de ellos en ciertos procesos reproductivos.

### **1.8.1 Plagas**

#### **Hormigas (*Atta sexdens L.* y *A. cephalotes*)**

Defolian las plantas cortando porciones semicirculares típicas, fácilmente identificables; una planta joven puede ser completamente desfoliada en poco tiempo. Las hormigas se combaten atacando los nidos y destruyendo los sitios de alimentación que ellas producen en los lugares de habitación. Las aplicaciones deben ser durante días secos para evitar pérdidas de material.

#### **Trips (*Selenothrips rubrocinctus*)**

Constituye una de las principales plagas del país. Se presenta principalmente durante la estación seca y con mayor intensidad en plantaciones con deficiencia de sombra.

Tanto las larvas como los adultos viven en colonias en la parte dorsal de las hojas parcialmente maduras, próximas a las nervaduras o en la superficie de los frutos en fase de maduración. En las hojas la sintomatología de ataque se manifiesta por la presencia de manchas cloróticas en el limbo, las que después con el tiempo se tornan necrosadas (quemado) mueren y caen prematuramente al suelo, quedando las ramas paloteadas. El ataque en los frutos causa una prematura maduración, dificultando el reconocimiento del estado de maduración de los mismos e induciendo con ello a la cosecha de frutos verdes o excesivamente maduros **Benito (1991)**.

#### **Chinches (*Monalonium spp*)**

Hay varios tipos de chinches que transmiten enfermedades y en algunos lugares se los considera como transmisores de la moniliasis; viven en colonias, en el pedúnculo de la mazorca, ocasionando lesiones similares a chancros o llagas oscuras de poca profundidad.

## **1.9 ENFERMEDADES**

### **La Moniliasis:**

**Porras (1997)**, señala que la severidad de ataque de la moniliasis varía de una zona a otra, de una finca a otra dentro de la misma zona y aún dentro de sectores de la misma finca y de año tras año, de acuerdo a las condiciones de clima y/o microclima y la presión del inoculo. A pesar que sólo afecta a los frutos su ataque es a menudo tan severo y esta enfermedad es considerada como uno de los factores limitantes de mayor importancia para la producción de cacao en América tropical.

Esta enfermedad es más grave en los años y en los lugares de mayor pluviosidad, época en que las pérdidas promedio pueden alcanzar de 50 a 80%.

**Marín (2002)**, manifiesta que esta enfermedad es considerada la más importante dentro de la producción del cacao en el Perú y que las pérdidas pueden ser espectaculares, pudiendo superar el 90 %, a ello contribuye el poco conocimiento que se tiene sobre el manejo de esta enfermedad y el estado de abandono en que se encuentran algunas plantaciones cacaoteras en las diferentes regiones del país.

### **Origen y distribución geográfica**

**Marín (2002)**, señala que es originaria del Ecuador, donde fue observada el año 1914. Por otra parte, **Porras (1991)**, manifiesta que en el Ecuador la moniliasis fue descrita por primera vez de manera oficial, en el año 1917 por J.B Roger en la región de Quevedo y ésta es considerada como el centro de origen de esta enfermedad.

En 1989 la distribución de la enfermedad abarcó países como Nicaragua, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Panamá y Perú.

**Hernández y Col. (1988)**, confirman que el 11 de octubre se encuentra la moniliasis en el Perú en una finca cacaotera ubicada en la localidad de la

Victoria a 6 km de Bagua Grande del departamento de Amazonas a 05° 45' latitud sur, 78° 32' longitud oeste y a 45 m.s.n.m.

De la misma forma mediante la declaratoria de la emergencia fitosanitaria en el cultivo de cacao el **SENASA-VRAE (1998)**, diagnostica esta enfermedad en el Valle del Río Apurímac-Ene en el año de 1995.

### **Etiología**

**Evans (1981)**, manifiesta que el agente causal de la moniliasis del cacao es el hongo *Moniliophthora roreri*, perteneciente a la clase Deuteromicetes (imperfecto) y del orden Moniliales.

Aún no se conoce su estado imperfecto (sexual) por lo que se cree que su reproducción se realiza asexualmente por conidios.

**Porras (1991)**, señalan que las conidias son la única estructura hasta ahora conocida, capaz de causar infección en los frutos de este cultivo.

### **Medidas de control.**

**Porras (1997)**, señala que las medidas de control de esta enfermedad son las siguientes:

#### **a. Control por medios culturales**

1. Deshierbo frecuentes y oportunos, para facilitar la libre circulación del aire y hacer que el ambiente se mantenga seco.
2. Remover con frecuencia (cada 15 días) todos los frutos afectados por moniliasis.
3. Podas sanitarias que permitan eliminar las ramas enfermas o entre cruzadas.
4. Regulación de sombra permanente para facilitar una apropiada entrada de la luz en la plantación.
5. Deschuponado permanente.

6. Adecuado sistema de drenaje, para evitar el encharcamiento de agua o reducir la alta humedad.

#### **b. Control por medios químicos**

Se recomienda realizar (06) aplicaciones cada 15 días empezando cuando los frutos tengan 15 días de edad, para ello se debe utilizar fungicidas cúpricos.

#### **La escoba de bruja**

**Porras (1991)**, señala que la escoba de bruja es considerada la enfermedad más dañina para el cacao. Aunque el grado de severidad varía de acuerdo con las condiciones de clima, presión de inóculo, tipo de cacao y el manejo general de la plantación.

Las pérdidas pueden llegar a superar el 70% de la producción. Esta enfermedad no causa muerte de los árboles excepto de las plantas jóvenes, las que pueden morir a consecuencia de la destrucción de sus puntos de crecimiento.

#### **Origen y distribución geográfica**

La enfermedad llamada escoba de bruja por los múltiples brotes que provoca, fue inicialmente registrada de manera oficial en Surinam en 1895. Actualmente se encuentra en Bolivia, Perú, Ecuador, Brasil, Trinidad, Venezuela, Colombia y Panamá.

#### **Etiología**

**Porras (1991)**, señala que el agente causal es el hongo *Crinipellis perniciososa*, perteneciente a la clase Basidiomycetes, orden Agaricales y a la familia Agaricaceae.

Los cuerpos fructíferos del hongo, conocidos como basidiocarpos, esporóforos o carpóforos y popularmente como “paraguas” no se

desarrollan sobre el tejido vegetal verde sino sobre ramas, frutos y hojas en estado seco.

La infección sólo ocurre en tejidos susceptibles en estado de crecimiento y ésta es provocada únicamente por los basidiosporas, producidas en gran número de basidiocarpos.

El píleo o sombrero de los basidiocarpos de *Crinipellis pernicioso* es inicialmente color carmesí, con una zona central rojo oscuro; luego, al alcanzar el estado adulto, se torna de color lila. Su tamaño varía de 2 a 36 mm de diámetro.

El estípite o talo mide de 2 a 13 mm de longitud y es de color blanco. Se ha encontrado diferentes prototipos, según la distribución geográfica.

#### **Hospederos.**

**Porras (1991)**, señala que bajo condiciones naturales, el patógeno se limita a infectar varias especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania*. En Ecuador ha sido encontrado en lianas y bejucos, aparentemente como una fase saprofitica.

#### **Epifitiología**

**Porras (1991)**, señala que bajo condiciones favorables de alta humedad relativa (más de 90%) y una temperatura de 27°C durante la estación lluviosa, se producen los esporóforos del hongo en los tejidos de la escoba seca, nunca en escobas verdes. Las esporas son liberadas durante la noche, cuando la temperatura baja de 16 a 27°C, y éstas son diseminadas por el viento. El hongo penetra por las estomas y el periodo de incubación es variable (alrededor de 6 semanas).

Las setas o esporóforos no viven mucho tiempo, sólo unos tres días después de llegar a la madurez, pero una escoba grande puede originar

hasta treinta setas en una semana y continuar produciéndolas durante dos años o más, aunque con una variación estacional considerable en el número de ellas. Cada esporóforo puede generar entre 20 y 30 millones de esporas. De manera general, las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son la alta humedad, temperatura variable de 15 °C como mínimo a 29 °C como máximo y una buena distribución de lluvias.

En zonas donde la enfermedad es endémica, el manejo de la sombra es de gran importancia. Con un balance adecuado de la sombra (20 a 30%) la incidencia puede ser reducida. Los procesos fisiológicos del árbol de cacao son menos acentuados con sombra que en condiciones de mayor iluminación; las brotaciones y floraciones suceden con menor frecuencia y así hay menos tejido susceptible disponible para la infección.

Dentro del dosel de cacao la sombra disminuye las fluctuaciones de temperatura y humedad, ocasionando la reducción del inóculo dado en la producción de basidiosporas y su correspondiente liberación son dependientes de los cambios en estos parámetros climáticos. El movimiento del aire y con él la dispersión de las basidiosporas son menores en el cacao sombreado que al sol.

### **Medidas de control.**

**Porras (1991)**, menciona que las posibles medidas de control de esta enfermedad son de la siguiente manera:

#### ***a. Control por medio cultural***

1. Establecer un programa de podas regulares para poder mantener el cacao y la sombra en buen estado.
2. Eliminar (cortar y quemar) los árboles "foco", brotes y frutos enfermos y secos.

3. Los frutos enfermos no deben permanecer en el árbol y deben ser removidos periódicamente de manera constante, luego repicarlo para que se descomponga más rápido.

***b. Control por medios químicos.***

El control de esta enfermedad depende del buen manejo técnico del cultivo. Todavía no existe un control químico para la escoba de bruja. Las aplicaciones de fungicidas nunca han dado un combate satisfactorio, debido en parte a la elongación (crecimiento) de los tejidos y a la ausencia de un fungicida efectivo para controlar el crecimiento del micelio dentro de los tejidos de la planta.

No obstante, en el caso del fruto puede prevenirse o reducirse el daño con aplicaciones de fungicidas basado en cobre. Estas aplicaciones deben realizarse cuando el fruto es joven, con el fin de protegerlo durante sus tres primeros meses, que es el periodo de mayor susceptibilidad.

***c. Control por medio de resistencia genética***

**SENASA VRAE (1988)**, señala que el uso de material tolerante contribuye al control de la escoba de bruja y recomienda el uso de clones tolerantes y productivas como la EET-400, ICS-1 y genotipos locales previa evaluación.

## **1.10 LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES (ME).**

Definición:

**Higa y Parr (1991)**, mencionan que los EM es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros. Cuando él ME es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinergista por su acción en comunidad. El ME como inoculante

microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

**Kuprat (2004)**, basándose en los estudios del Dr. Higa, menciona que los ME se emplean para nuestra salud, para suelos sanos, plantas sanas y animales sanos, para el compostaje, para la limpieza y purificación de aguas residuales y para el cuidado natural de plantas. También para la prevención de parásitos, así como para productos de limpieza en casa.

**Chujo (2004)**, indica que ME significa Microorganismos Eficientes. ME es una combinación de varios microorganismos beneficiosos, de origen natural que se usan principalmente para los alimentos o que se encuentran en los mismos. Contiene organismos beneficiosos de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levaduras. Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y antioxidantes. Cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades y ésta a su vez tiene la capacidad de transformarse en tierra azimogénica. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica. Los microorganismos eficientes fueron desarrollados en forma líquida a lo largo de muchos años por el profesor Teruo Higa de la Universidad de Ryukus y el estudio se completó en 1982. Al principio, ME era considerado una alternativa para químicos agrícolas. Pero su uso ahora se ha extendido a aplicaciones en los campos ambiental, industrial

y de la salud. Sin embargo, se debe enfatizar que ME no es ni un químico sintético ni una medicina.

La **FAO (2007)**, menciona que los ME son una mezcla de todos los tipos de microbios que ocurren de manera natural, como los fijadores de N, solubilizadores de P, productores de hormonas/vitaminas, descomponedores de la celulosa, organismos controladores de enfermedades, etc. y que se emplean para elevar la productividad del cultivo.

#### **1.10.1 Tipo de microorganismos:**

**Higa y Parr (1991)**, mencionan que los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son: bacterias fototróficas, bacterias ácido lácticas y levaduras.

**Bacterias fototróficas.** Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas y actúan como sustrato para incrementar la población de otros Microorganismos Eficaces.

**Bacterias ácido lácticas.** Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras.

El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica.

Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica como la lignina y la celulosa,

transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

**Levaduras.** Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas.

Las sustancias bioactivas como hormonas y enzimas producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para Microorganismos Eficaces como bacterias ácido lácticas y actinomicetos.

**Suquilanda (2001)**, indica que los microorganismos del ME son: bacterias ácido lácticas, levaduras, bacterias fotosintéticas y Actinomicetos.

**Bacterias ácido lácticas:** producen ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico puede suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium sp.* Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca.

**Levaduras:** Degradan proteínas complejas y carbohidratos. Producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas y enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de ME, así como de plantas superiores.

**Bacterias fotosintéticas:** Pueden fijar el Nitrógeno atmosférico y el bióxido de carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetizan sustancias bioactivas. Llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos y aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día.

**Actinomyceos:** Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocida).

Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas.

### **1.10.2 Modo de acción de los microorganismos**

**Higa y Parr (1991)**, indican que los diferentes tipos de microorganismos en el ME toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los Microorganismos Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

### **1.10.3 Aplicaciones del ME:**

**Higa y Parr (1991)**, indican las siguientes aplicaciones del ME en la agricultura:

Los ME como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

#### **En semilleros:**

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su

efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.

- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

#### **En las plantas:**

- Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades  
ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

#### **En los suelos:**

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar:

- **Efectos en las condiciones físicas del suelo:** acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión por el arrastre de las partículas.

- **Efectos en las condiciones químicas del suelo:** mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.
- **Efectos en la microbiología del suelo:** suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

#### **1.10.4 Los ME y su acción solubilizante:**

**Higa y Parr (1991)**, indican que los ME tienen efectos en las condiciones químicas del suelo: mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

La **FAO (2007)**, menciona que las bacterias, hongos y actinomicetos pueden solubilizar formas insolubles de fósforo. Las bacterias solubilizadoras de P (BSP) incluyen *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum*, *Bacillus polymyxa*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas striata*, *Agrobacterium* sp; *Acetobacter diazotrophicus*, etc. Los hongos solubilizadores del P (HSP) incluyen: *Aspergillus awamori*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium belaji*, levadura (*Saccharomyces* sp.) etc. Los actinomicetos solubilizadores de P (ASP) incluyen a *Streptomyces* sp, *Nocardia* sp. Generalmente los microorganismos solubilizantes del fósforo secretan ácidos orgánicos que disuelven el fosfato insoluble. Estos microbios ayudan en la solubilización del P de la roca fosfórica y otras formas escasamente solubles del P del suelo, mediante la disminución del tamaño de sus partículas, reduciéndolas a formas casi amorfas.

**Alexander (1999)**, menciona que los microorganismos no solo asimilan el fósforo, sino que también hacen solubles una gran proporción de ellos, liberando en cantidades superiores, actúan solubilizando sales de Fe, Al, Mg, Mn y otros fosfatos. El principal mecanismo de solubilización se debe a la producción microbiana de ácidos orgánicos que disuelven los fosfatos inorgánicos haciéndolos asimilables para las plantas. Muchos microorganismos del suelo producen ácido láctico, glicólico, acético, cítrico, fórmico, etc.; que pueden solubilizar fosfatos tricálcicos y apatitos naturales.

**Cátedra IX (1982)**,— indica que otros ácidos orgánicos como oxálico y tartárico son agentes quelantes capaces de acomplejar  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ , y  $\text{Cu}^{+2}$ , que estuvieron en forma de fosfatos, liberando por lo tanto el fósforo. Esta acción podría ser neutralizada por la presencia de  $\text{CaCO}_3$ , siendo este proceso más activo en la zona de las raíces.

**Alexander (1999)**, indica que la degradación no es inhibida por el fósforo inorgánico, por lo que la mineralización se lleva a cabo rápidamente aun con sitios con suficiente fósforo, siendo las enzimas encontradas con más frecuencia las llamadas fosfatasas. El proceso predominante de mineralización e inmovilización está determinada por el % de P y su relación C: P en los residuos vegetales en descomposición y los requerimientos nutricionales de la población de microorganismos. La relación C: P que produce la inmovilización es 300:1 y se producirá una mineralización neta cuando la relación C:P sea 200:1. Si su concentración excede al requerimiento de los microorganismos el exceso aparece como fosfato inorgánico, si es inadecuado, el efecto neto será la inmovilización.

Según **Estrada (1986)**, la mineralización de la fitina es lenta en los suelos ácidos y es significativa en los suelos de reacción alcalina.

**Alexander (1999)**, menciona que esta mineralización de la fitina es un proceso que se lleva a cabo a través de la enzima fitasa. También indica que la mineralización de compuestos polimerizados (nucleoproteínas), se lleva a cabo a través de las enzimas ribonucleasa, desoxirribonucleasa y enzimas despolimerizantes que dan lugar a la formación de compuestos más simples como las proteínas y ácidos nucleicos; así liberan ácido fosfórico.

Los microorganismos que participan en este proceso son la *Serratia carollera*, *Bacillus megatherium*, *B. mesentéricus*, *B. vulgatus*, *B. subtilis*, *Pseudomonas sp.*, *Mycobacterium sp.*, *Micrococcus sp.*, *Flavobacterium sp.*, levaduras como *Rodentrelaria micilaginosa*, hongos como *Sacharomyces ellipsoideus*, *Aspergillus sp*, *Penicillium sp.*, *Sclerotium sp.*, *Fusarium sp.*, estos microorganismos pululan en la rizósfera y producen la liberación de iones fosfato que son directamente aprovechables por las plantas.

**Fassbender (1986)**, indica que el proceso mencionado anteriormente es favorecido por un pH óptimo que va de 5.5 a 7 y una temperatura entre 25 a 45 °C y a condiciones medias de humedad.

**Paúl y Clark (1989)**; y **Alexander (1999)**, señalan que los microorganismos llevan a cabo ciertas transformaciones del P, los cuales incluyen:

1. Alteración de la solubilidad de compuestos inorgánicos de P.
2. Mineralización de compuestos orgánicos con liberación de fosfato inorgánico.
3. Conservación del anión inorgánico aprovechable en compuestos celulares.
4. Lleva a cabo una oxidación y reducción de compuestos inorgánicos de P.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 TERRENO EXPERIMENTAL**

##### **2.1.2 Ubicación**

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito Ayna San Francisco, anexo “Las Palmas”, Fundo “Villa Vista”, propiedad del Sr. Máximo Medina Zaga; distante a 5 km de la capital, en la margen izquierda del Río Apurímac.

##### **2.1.2.1 Ubicación Política**

Departamento : Ayacucho  
Provincia : La Mar  
Distrito : Ayna  
Anexo : Las Palmas

##### **2.1.2.2 Ubicación Geográfica:**

Altitud : 600 m. s. n. m.  
Latitud Sur : 12° 37' 50"  
Longitud Oeste : 73° 47' 40"

##### **2.1.2.3 Ubicación Hidrográfica:**

Sub Cuenca : Río Apurímac  
Micro Cuenca : Río Pasñato.

#### **2.1.2.4 Extensión y Demografía:**

El distrito de Ayna tiene una extensión de 3173.3 km<sup>2</sup>, tiene la particularidad de poseer tres regiones, estas son: suni, yunga y selva alta.

#### **2.1.2.5 Límites:**

Por el Norte limita con el distrito de Sivia.

Por el Sur limita con el distrito de Santa Rosa.

Por el Este limita con el Río Apurímac y el distrito de Kimbiri.

Por el Oeste con la provincia de Huanta.

#### **2.1.2.6 Vías de Comunicación:**

Esta interconectada por una carretera en proceso de asfaltado; con una distancia de 550 km de la ciudad de Lima y 194 km de la ciudad de Ayacucho.

## **2.2 CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS**

Según la **ONERN (1986)**, ecológicamente el distrito de Ayna San Francisco está comprendido dentro de la zona de vida: Bosque muy Húmedo – Sub tropical, (Bmh – S).

### **2.2.2 Clima:**

El valle Río Apurímac y Ene y el distrito de Ayna tienen la característica de poseer un clima subtropical húmedo, con densa vegetación, compuesto de bosque primario y arbustivo, con topografía ligeramente accidentada.

### **2.2.3 Temperatura:**

Tiene una temperatura anual que oscila entre 17.6 °C y 33 °C, siendo las temperaturas más bajas durante los meses de mayo a julio y las más altas de octubre a abril. Como temperatura promedio anual se tiene 25 °C (Anexo N° 08).

#### **2.2.4 Hidrografía:**

El sistema hidrográfico está condicionado por la presencia de las montañas que hacen derivar su potencial hídrico en dirección de la vertiente del Río Apurímac, eje del sistema hidrográfico del Valle.

Entre sus afluentes destacan los Ríos Sanquirhuato, Pasñato, Piene, Paltayhuaycco y Ahuaruchayocc.

#### **2.2.5 Precipitación:**

Según reportes del Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Valle del Río Apurímac – IIAP- 2011, la precipitación promedio anual es 2224 mm. Siendo los meses más lluviosos diciembre a marzo, en tanto que los más secos de junio a julio.

### **2.3 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **2.3.1 Herramientas:**

- Mochila de aspersión.
- Manguera
- Baldes
- Recipientes

#### **2.3.2 Materiales:**

- Regla de 50 cm.
- Wincha de 3 m.
- Libreta de campo

#### **2.3.3 Equipos:**

- Micrómetro de Vernier
- Cámara fotográfica digital
- Balanza analítica.
- Estufa
- Equipo de cómputo.
- Impresora.

## 2.4 ANTECEDENTES DEL TERRENO

El área donde se instaló el vivero es una “purma” o sea un terreno en descanso, en el cual la vegetación ha regenerado alcanzando la cobertura del suelo.

### 2.4.1 Características químicas del sustrato

Para determinar el estado nutricional del suelo, la extracción de muestras se hizo del sustrato tamizado antes del embolsado, los mismos que se mezclaron uniformemente obteniendo una muestra representativa de un kg de peso; que posteriormente se derivó para su análisis respectivo, al laboratorio de suelos “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se indican a continuación:

**Cuadro N° 1. Características químicas del sustrato empleado en experimento. Ayna San Francisco, 2010.**

Muestra	Características	Resultados		Interpretación
		Valores	Método	
Antes de la siembra	pH H <sub>2</sub> O	4.85	Potenciómetro	Fuertemente ácido
	M.O (%)	3.82	Walkley y Black	Alto
	Nt (%)	0.19	Kjeldahl	Alto
	P disponible (ppm)	2.5	Bray Kurtz	Bajo
	K disponible (ppm)	35.9	Fotómetro de llama	Bajo
	Ca <sup>++</sup>	4.4	Fotómetro de llama	Normal
	Mg <sup>++</sup>	6.1	Fotómetro de llama	Normal
	CIC	14.4	Saturación	

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de la UNSCH.

De los resultados se puede afirmar que el sustrato del lugar del experimento, posee un pH fuertemente ácido, contenido de materia orgánica y nitrógeno total alto, el contenido de fósforo y potasio disponible son bajos. En tanto que el calcio, magnesio y CIC son valores normales.

### 2.4.2 Características microbiológicas del sustrato

Para determinar la calidad microbiológica del sustrato, se tomó de la misma muestra empleada para el análisis químico de suelo. Dicho análisis se realizó en el Laboratorio de Rizobiología del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, reportando el siguiente resultado:

**Cuadro N° 2. Características microbiológicas del sustrato. Ayna San Francisco - 2010.**

Muestra	N° Bacterias/gramo de suelo	N° Hongos/gramo de suelo
Testigo	$2.7 \times 10^5$	$6.0 \times 10^4$

Fuente: Laboratorio de Rizobiología de la Facultad de Ciencias Agrarias -UNSCH.

## 2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se condujo utilizando el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2A\*2B\*2C, distribuidos en tres bloques, con 8 tratamientos y un testigo adicional. Los resultados se sometieron al análisis funcional de varianza.

## 2.6 FACTORES ESTUDIADOS

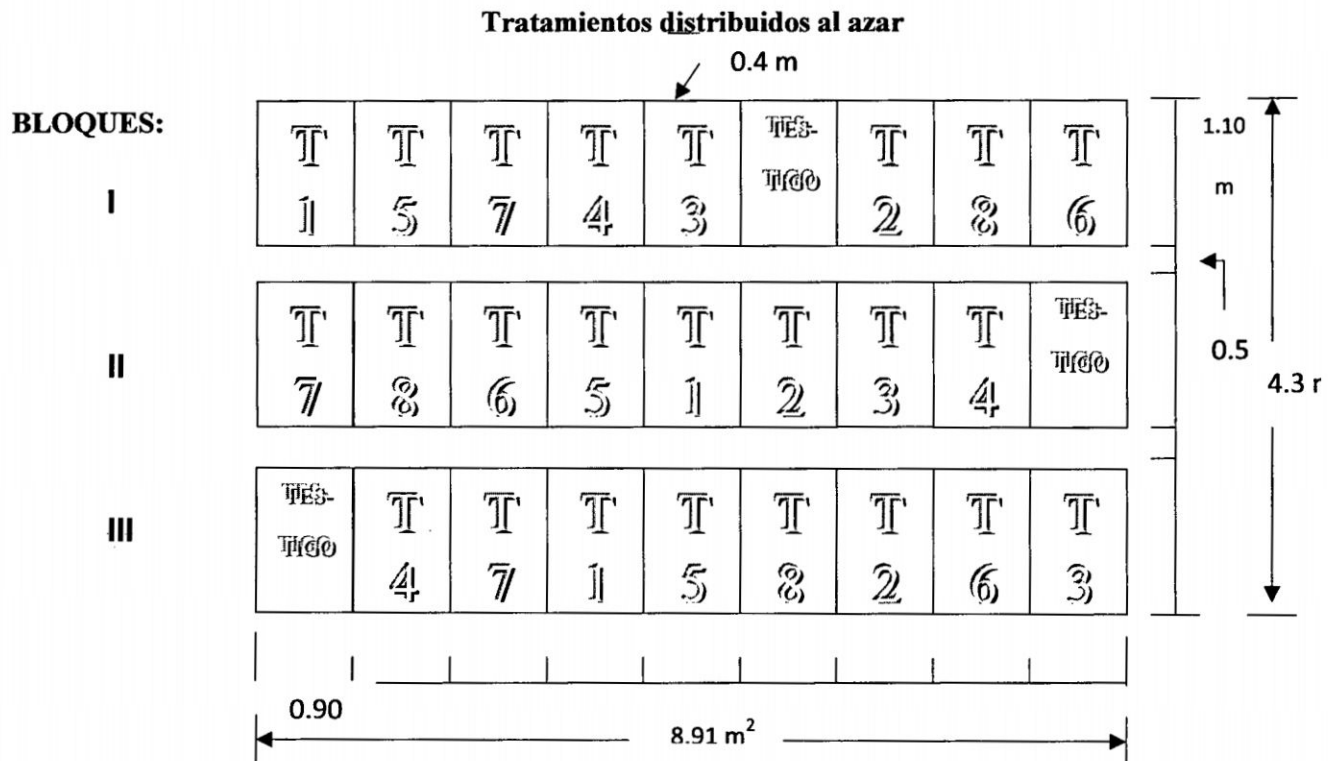
- a. Microorganismos Benéficos (MB)
  - ME casero
  - ME comercial (2A)
- b. Dosis de MB casero y comercial (% de dilución)
  - 5.0 %
  - 7.5 % (2B)
- c. Frecuencia de aplicación
  - 07 días
  - 14 días (2C)

## 2.7. TRATAMIENTOS

**Cuadro N° 3. Factores en estudio y tratamientos para un arreglo factorial 2A\*2B\*2C.**

FUENTE	Concen- tración %	Frecuencia (días)	Tratamiento
ME CASERO	5.0	7	T <sub>1</sub> : 5 % de ME casero, frecuencia de aplicación cada 7 días.
		14	T <sub>2</sub> : 5 % de ME casero, frecuencia de aplicación cada 14 días
	7.5	7	T <sub>3</sub> : 7.5 % de ME casero , frecuencia de aplicación cada 7 días
		14	T <sub>4</sub> : 7.5 % de ME casero, frecuencia de aplicación cada 14 días.
ME COMERCIAL	5.0	7	T <sub>5</sub> : 5 % de ME comercial, frecuencia de aplicación cada 7 días
		14	T <sub>6</sub> : .5 % de ME comercial, frecuencia de aplicación c/14 días.
	7.5	7	T <sub>7</sub> : 7.5 % de ME comercial, frecuencia de aplicación c/ 7 días.
		14	T <sub>8</sub> :7.5 % de ME comercial, frecuencia de aplicación c/ 14 días.
TESTIGO	0.0		T <sub>9</sub>

## 2.8. CROQUIS DEL ÁREA EXPERIMENTAL



## 2.9. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

### Parcela

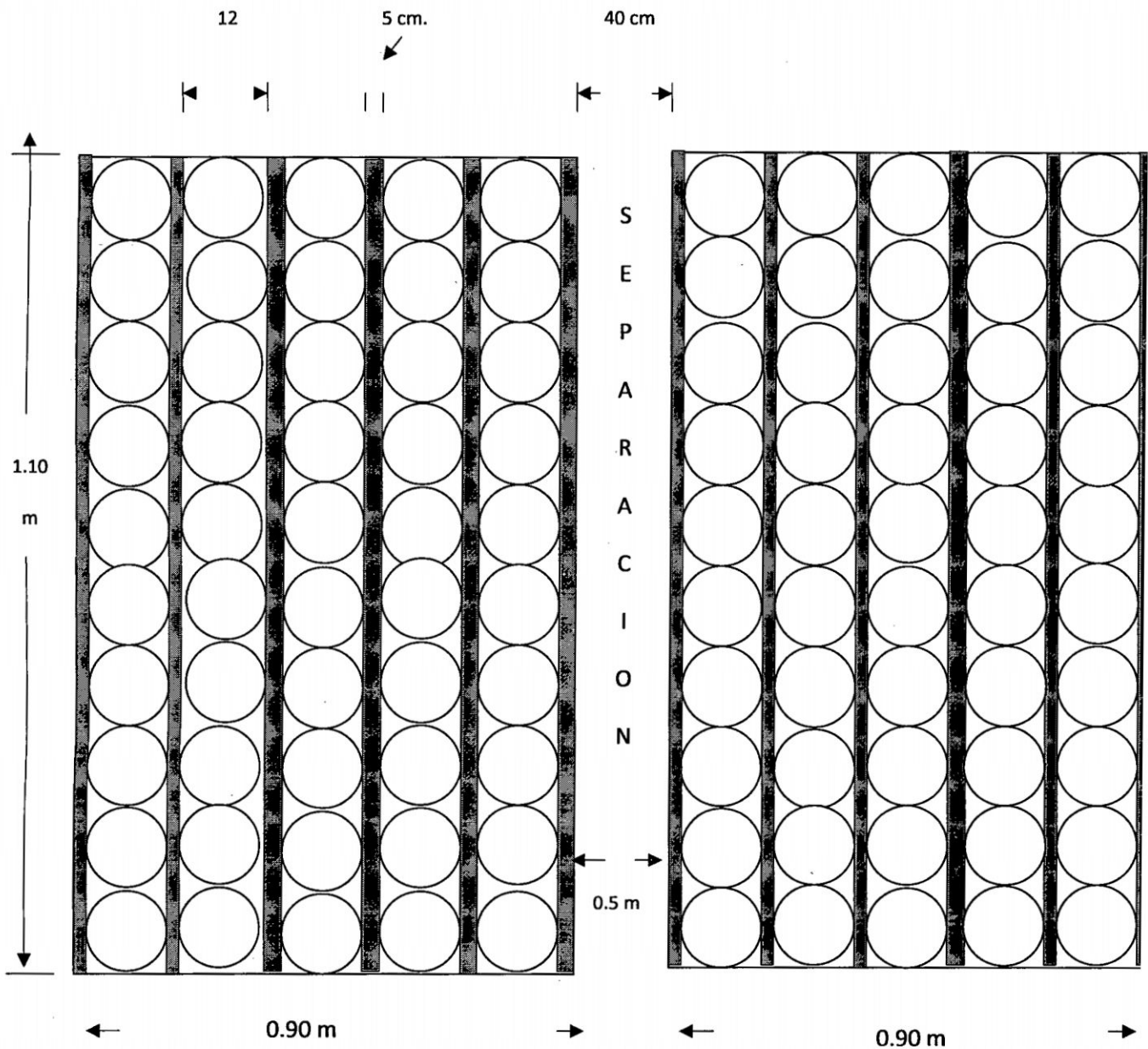
Número de tratamientos/bloque	:	8 (más un testigo)
Longitud	:	1.10 m
Ancho	:	0.90 m.
Área	:	0.99 m <sup>2</sup>
Número de plantas/filas/tratamiento	:	5
Número de plantas/columna/tratamiento:	:	10
Área de evaluación	:	0.99 m <sup>2</sup>
Número de plantas/tratamiento	:	50 plantas

### Bloque:

Longitud	:	8.1 m
Ancho	:	4.3 m.
Área de un bloque	:	8.91 m <sup>2</sup>
Número de bloques	:	3

Distancia de calle entre bloques : 0.5 m.  
 Área total del experimento : 34.82 m<sup>2</sup>  
 Número total de plantas : 1,350 plantas.

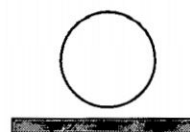
### 2.6.5 Distribución de plantas entre un tratamiento y otro.



**Leyenda:**

Bolsa con sustrato y semilla

Separador de bambú entre plantones



## **2.10 VARIABLES Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **a. Características del sustrato**

El análisis químico fue realizado de muestras de sustrato donde se utilizó el ME casero y ME Comercial por separado, para determinar si hubo o no influencia de los ME.

### **b. Población microbiana del sustrato**

De una muestra de sustrato en el cual se aplicó los tratamientos con ME casero y comercial se determinó la población de bacterias y hongos, con el fin de conocer la influencia de los ME en la población microbiana.

### **c. Crecimiento de portainjertos:**

Se evaluó la longitud (cm) de los portainjertos producidos en cada unidad experimental.

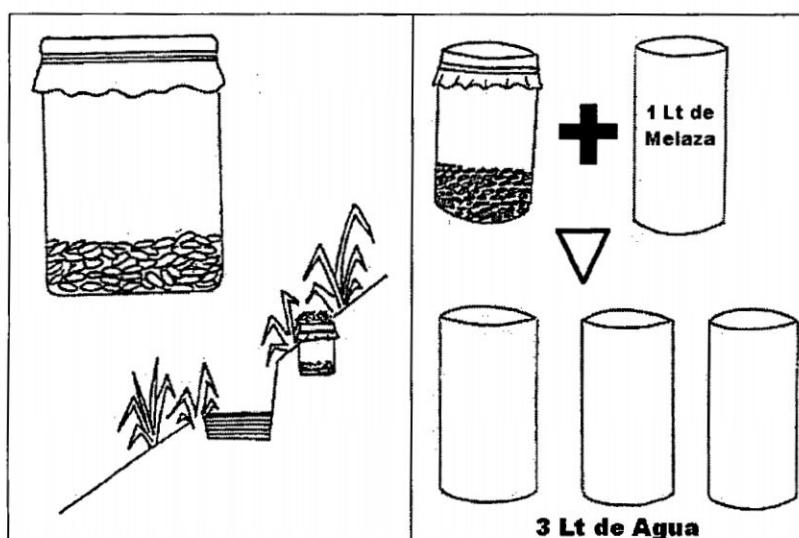
### **d. Diámetro de tallo de portainjertos:**

Se evaluaron y contaron todos los portainjertos que llegaron a obtener un diámetro a nivel del tallo principal con aptitud para ser injertadas.

## **2.11 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.**

### **2.11.1 Solución natural con microorganismos efectivos casero (ME).**

Para contar con la solución natural con ME se procedió con la captura bajo una técnica sencilla, que consistió en colocar un frasco con arroz cocido en 20 lugares diversos de la parcela, por debajo de 10 cm aproximadamente del suelo, cubierto con un pedazo de nylon durante 10 días. Luego de este período se extrajo el arroz (impregnado de microorganismos), se procedió a mezclar con 1 litro de melaza y 3 litros de agua; obteniéndose así la solución madre de ME (Fig.1). **Suquilanda, (2001).**

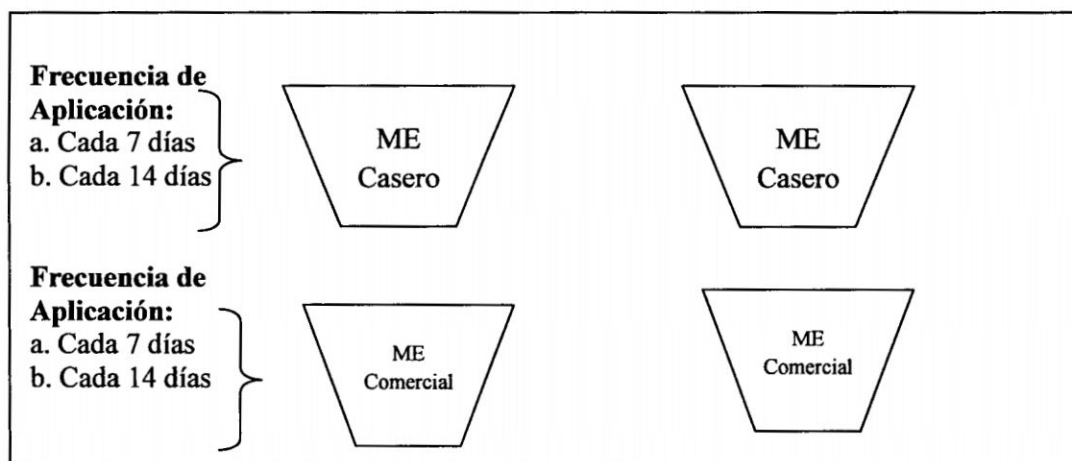


**Figura 1: Proceso de captura y preparación de la solución madre de ME.**

### **2.11.2 Solución de ME casero y comercial.**

En el caso de MB comercial se adquirió en el mercado, en tanto que los MB caseros fueron colectadas mediante la técnica descrita en la Fig. 1; en ambos casos, se hicieron dos diluciones con composiciones de 5% y 7.5% respectivamente (Fig. 2).

Estas concentraciones fueron aplicadas en ocho tratamientos con portainjertos de cacao distribuidas en tres bloques. A cuatro tratamientos se aplicó MB casero, correspondiendo a los dos primeros tratamientos, dosis de 5% aplicados cada 7 y 14 días respectivamente, mientras que al tercer y cuarto tratamiento una dosis de 7.5 % cada 7 y 14 días respectivamente; en cuanto a MB comercial se distribuyeron en los tratamientos 5, 6, 7 y 8 de manera análoga al caso descrito para MB casero (Fig. 2).



**Figura 2: Diluciones y frecuencias de aplicación de ME casero y comercial en vivero con plantas de cacao.**

### **2.11.3 Suelo utilizado en el experimento:**

Se empleó suelo agrícola de la misma área donde se instaló el vivero; cernida con tamiz para eliminar piedras y cuerpos extraños.

#### **2.11.3.1 Vivero:**

Se construyó un vivero experimental con capacidad para producir 1,350 portainjertos de cacao; con material como postes de "Pacae", "Sabolo", separadores de bambú y cubierto con sombra de palmera e instaladas en un área de 35 m<sup>2</sup>.

### **2.11.4 Abonamiento:**

Pese a que inicialmente en el proyecto estuvo planteado el abonamiento, éste no se realizó con la finalidad de comprobar la eficacia de los MB en la producción de portainjertos de cacao.

### **2.11.5 Sobre las plantas indicadoras (vivero).**

Se utilizó *Theobroma cacao* L variedad criollo como planta indicadora la misma que se propagó en vivero mediante semilla botánica; extraída de plantas con características productivas y con tolerancia a enfermedades.

### **2.11.6 Obtención de la semilla y siembra**

Se obtuvo de plantas madres, de las cuales se seleccionó mazorcas maduras y bien constituidas, ubicadas en el tercio superior del tronco donde se encontraron las semillas más grandes que garantice patrones vigorosos.

Una vez extraída las semillas de las mazorcas, se eliminó el mucílago mediante frotación con aserrín, luego se oreó durante unas 8 horas, seguidamente se desinfectó con ceniza, estando ya aptas para la siembra, se colocó una semilla por bolsa en posición horizontal a una profundidad aproximada de 2.5 cm y se le cubrió con sustrato.

### **2.11.7 Mantenimiento de vivero**

El riego fue inter diario y en horas de la mañana labor que permitió que los plantones desarrollen adecuadamente. El riego fue a capacidad de campo.

Otra labor realizada fue la eliminación de malezas de manera manual para evitar competencia por nutrientes.

### **2.11.8 Control fitosanitario**

Durante el desarrollo del experimento se empleó como desinfectante del sustrato ceniza y solución de MB aplicados directamente sobre estas.

### **2.11.9 Portainjertos aptos para ser injertadas:**

Estuvieron listos cuando los tallos alcanzaron un promedio de 6.5 mm de diámetro, esto fue posible al cabo de 98 días de evaluación.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. DEL SUELO

##### 3.1.1. Determinación química del sustrato post experimento.

**Cuadro 3.1. Nutrientes del sustrato antes y después de la aplicación de microorganismos benéficos (MB). Ayna San Francisco a 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.**

Grado de solubilización de nutrientes del sustrato por acción de ME en diferentes tratamientos.								
N. o	Parámetros	Método	Resultados			Lectura		
			Muestra antes del experimento	ME casero	ME comercial	Muestra antes del experimento	ME casero	ME comercial
1	pH H <sub>2</sub> O	Potenciómetro	4.85	5.05	5.15	Fuertemente ácido	Ligeramente ácido	Ligeramente ácido
2	M.O (%)	Walkley y Black	3.82	4.44	4.31	Alto	Alto	Alto
3	Nt (%)	Kjeldahl	0.19	0.22	0.21	Medio	Medio	Medio
4	P disponible (ppm)	Bray Kurtz	2.5	5.2	6.5	Muy bajo	Bajo	Bajo
5	K disponible (ppm)	Fotómetro de llama	35.9	46.8	67.2	Bajo	Bajo	Bajo
6	Ca ++	Fotómetro de llama	4.4	6.3	4.9	Normal	Normal	Normal
7	Mg ++	Fotómetro de llama	6.1	6.9	5.5	Normal	Normal	Normal
8	CIC	Saturación	14.4	17.1	16.0	Medio	Medio	Medio

Para observar posibles variaciones del contenido de nutrientes así como de la población microbiana, se realizó el análisis químico del suelo donde se instaló el experimento a la finalización de éste.

En el cuadro 3.1; se observa que el pH del suelo, fuertemente ácido antes del experimento, posteriormente por acción de los microorganismos es modificado a ligeramente ácido, debido a que los microorganismos actúan como mejoradores del pH del suelo.

**Raisman (2000)**, sostiene que los microorganismos modifican los valores de pH del medio a través de su actividad. Por ejemplo los que producen fermentación láctica descienden el pH por acción del ácido láctico que producen.

El contenido de materia orgánica del suelo se mantuvo en un nivel promedio alto con una tendencia ligera a su incremento con respecto al testigo; en cuanto a los nutrientes, en el caso del N total, P disponible, K disponible, Ca, Mg y CIC los valores sufren un ligero incremento en las muestras tratadas con microorganismos con respecto al testigo.

Con respecto a ello **Higa y Parr (1991)**, indican que los ME restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas y biológicas, supresión de enfermedades e incrementa la producción de los cultivos y su protección.

Así mismo, con respecto a la materia orgánica afirman que estos actúan como acondicionadores, mejoran la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

**Coyne (2000)**, a su vez menciona que los microorganismos participan en la solubilización, la inmovilización y la mineralización del P. La cantidad de fosforo disuelto en el suelo en promedio oscila entre 0.1 y 1 kg por hectárea. Las bacterias solubilizantes están representadas por un 10% de

la población microbiana del suelo, como *Bacillus*, *Micrococcus*, *Mycobacterium* y algunos hongos que se localizan principalmente en la rizosfera.

Entre los hongos más importantes del compost están *Geotrichum*, *Aspergillus* y *Mucor*. Con respecto a ello **San Román (1996)**, afirma que una de las formas principales para la obtención de ácido cítrico es la utilización de cepas de hongos de *Aspergillus niger*, utilizando como sustrato la melaza de remolacha o melaza de caña, esto podría haber tenido una influencia en la liberación del fósforo.

En cuanto al potasio, según **Delgado (2002)**, sigue tres vías, una parte es soluble, otro es retenido por los constituyentes del suelo y otra gran fracción se fija quedando como no intercambiable. Las bacterias de los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium* y hongos como *Aspergillus*, *Penicillium* y *Mucor* solubilizan el potasio mediante la liberación de ácidos orgánicos que reaccionan con los minerales que los contienen. Estos microorganismos descomponen minerales de aluminosilicatos y liberan parte del potasio contenido en ellos.

**Alexander (1999)**, indica que la microflora influye sobre el nivel de potasio aprovechable. La cantidad que se libere depende en gran medida del organismo. Siendo solubilizado a partir de silicatos como biotita, moscovita, microclino, nefelita, leucita, ortoclasa entre otros.

### **3.1.2. Población bacteriana y fúngica del sustrato**

Para esta determinación se utilizó la técnica del recuento total microbiano, para conocer el número de unidades formadoras colonias a través del conteo del número de colonias de bacterias y hongos que se desarrollaron en las muestras de placa petri después de cierto tiempo y temperatura de incubación, usando la técnica de dilución y vaciado en placa de agar.

**Cuadro 3.2. Característica biológica de los sustratos después de la aplicación de dos fuentes de MB, comercial y casero. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.**

Población bacteriana y fúngica en unidades formadoras de colonia por gramo de suelo en las diferentes fuentes de microorganismos y testigo.		
Tratamiento	Nº de Bacterias/g de suelo	Nº de hongos/g de suelo
Testigo	$2.7 \times 10^5$ UFC/g.	$6.0 \times 10^4$ UFC/g.
ME casero	$8.7 \times 10^6$ UFC/g.	$7.5 \times 10^5$ UFC/g.
ME comercial	$7.4 \times 10^6$ UFC/g.	$2 \times 10^5$ UFC/g.

UFC/g = Unidades formadoras de colonia por gramo de suelo.

En el cuadro 3.2 se observa que luego de 98 días de aplicación de la solución con microorganismo casero, la microflora del suelo incrementó su población en  $8.7 \times 10^6$  UFC de bacterias y  $7.5 \times 10^5$  UFC de hongos por gramo de suelo, en comparación al microorganismo comercial que luego del mismo tiempo de aplicación, la población microbiana alcanzó  $7.4 \times 10^6$  UFC de bacterias y  $2 \times 10^5$  UFC de hongos por gramo de suelo.

En lo que respecta al testigo la población microbiana del sustrato resultó inferior a las dos muestras de suelo aplicados tanto con MB casero y comercial, siendo sus valores de  $2.7 \times 10^5$  UFC de bacterias y  $6.0 \times 10^4$  UFC de hongos por gramo de suelo respectivamente.

Además se puede deducir que la población bacteriana y fúngica en sustrato aplicados con microorganismo benéfico local superó a los tratamientos preparados con microorganismo benéfico comercial.

Esta diferencia se debe, a que la solución preparada con microorganismos caseros, contiene cepas nativas que están adaptados a su medio natural, presentando resistencia y perduran en estado de latencia por largos períodos de tiempo, pero cuando las condiciones les son favorables, estas

formas nativas se reproducen, proliferan y participan en las funciones bioquímicas cumpliendo su proceso fisiológico normal. En cambio el microorganismo comercial, por ser una cepa introducida atraviesa por un período de aclimatación al nuevo hábitat.

Estudios realizados por **Sánchez (2007)**, sostiene que en el suelo rizosférico puede haber de 50 a 100 veces más microorganismos que en la demás fracción de suelo. Cada gramo de suelo rizosférico logra contener  $10^9$  bacterias,  $10^7$  actinomicetes,  $10^6$  hongos,  $10^3$  protozoos y  $10^3$  algas. En este resultado se aprecia que la población bacteriana es mayor que la fúngica al igual que en los resultados obtenidos en la investigación.

**Gálvez (2009)**, reporta la existencia de bacterias en mayor cantidad y hongos en menor cantidad. Encontrando así mismo colonias diversas de bacterias las cuales son Gram positivas y Gram negativas, con mayor presencia de las formas cocobacilares y cocos. En tanto que, a nivel de los hongos se observan las hifas y conidias

Ortiz, citado por **Gálvez (2009)**, afirma que la materia orgánica es el principal indicador sobre la calidad del suelo y su productividad, por lo tanto el que ejerce una influencia más significativa sobre la producción. La descomposición de la materia orgánica produce  $\text{CO}_2$  que forma  $\text{H}_2\text{CO}_3$  en el suelo. Este aumenta la solubilidad de muchos compuestos del suelo aumentando así el aprovechamiento de nutrientes por la planta.

**Alexander (1999)**, sostiene que a nivel de los microorganismos, son las bacterias las que sobresalen a nivel poblacional debido a que hay mayor cantidad de poblaciones en un determinado suelo y porque son el grupo más abundante, por lo general más numerosos que los actinomicetos, hongos, algas y protozoarios. Además confirma que haciendo recuentos en placa dan valores en un rango de varios miles hasta de 200 millones de bacterias por gramo de suelo seco.

Estando el tamaño de estas poblaciones o comunidades directamente relacionado con el contenido de materia orgánica del suelo, por lo que en localidades ricas en humus las bacterias son numerosas.

Pese a que los hongos son los principales agentes de la descomposición en ambientes ácidos, éstos no son los habitantes más importantes del suelo, sin embargo, aportan una parte significativa de la biomasa debido al gran diámetro de sus filamentos y la extensa red que forman. Para cuantificar estas poblaciones, se usa frecuentemente los conteos convencionales de placa, procedimiento que permite cierto grado de calcular la población microbiana en el suelo que varían característicamente desde unos 20,000 hasta 1'000,000 de propágulos fúngicos por gramo de suelo, considerando al propágulo como una espora, una hifa o un fragmento de hifa con capacidad de dar origen a una colonia.

### 3.2. DEL CULTIVO

#### 3.2.1. ALTURA DE PORTAINJERTOS

Las variables de crecimiento, reportan la altura promedio de los portainjertos de cacao de cada tratamiento lo cual se evaluó hasta los 98 días después de la siembra.

**Cuadro 3.3 Altura promedio de portainjertos de cacao (cm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.**

FUENTES	DOSIS	FRECUENCIA (días)	PROMEDIO (cm)	D. S.
ME casero	d1 (5 %)	7	39.67	1.15470054
		14	39.33	2.30940108
	d2 (7.5%)	7	41.33	1.52752523
		14	41.33	0.57735027
ME comercial	d1 (5 %)	7	42.67	4.72581563
		14	42.33	3.7859389
	d2 (7.5%)	7	39.67	1.52752523
		14	43.00	6.08276253
Testigo			35.00	3.46410162

Del cuadro 3.3 se puede interpretar que en la fuente con microorganismos caseros, en la dosis 1, en ambas frecuencias de aplicación, los valores son de 39.67 cm y 39.33 cm para los tratamientos  $t_1$  y  $t_2$ , respectivamente. En la dosis 2, de la misma fuente, en los tratamientos  $t_3$  y  $t_4$  la altura de los porta injertos para ambos casos coinciden en 41.33 cm.

En la fuente con microorganismos comerciales, dosis 1, con frecuencias de aplicación 7 y 14 días que corresponden a los tratamientos  $t_5$  y  $t_6$  los valores son de 42.67 y 42.33 cm de altura de planta, respectivamente; en tanto que en la misma fuente, en la dosis 2, correspondientes a los tratamientos  $t_7$  y  $t_8$  se han obtenido 39.67 y 43 cm de altura de portainjerto, respectivamente.

Como se aprecia, las mayores alturas promedios de portainjertos fueron obtenidos aplicando MB casero cada 7 días en ambas concentraciones cuyos valores son de 39.67 cm y 41.33 cm respectivamente. En tanto que a nivel de MB comercial la mayor altura promedio alcanzada fue de 43.00 cm, aplicando la solución cada 14 días y a una concentración de 7.5 %.

Finalmente en el tratamiento  $t_9$ , que corresponde al testigo, la altura promedio es de 35 cm. Estos resultados indican un efecto de la aplicación de MB casero y comercial sobre la altura de los portainjertos.

**Cuadro 3.4 Comparativo de altura promedio de portainjertos de cacao (cm) entre factorial y testigo con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.**

FUENTES	DOSIS	FRECUENCIA (días)	PROMEDIO (frecuencias)	PROMEDIO (fuentes)	PROMEDIO (Tratam. Vs. T)
<b>ME casero</b>	d1 (5 %)	7	39.50	40.41	41.17
		14			
	d2 (7.5 %)	7	41.33		
		14			
<b>ME comercial</b>	d1 (5 %)	7	42.50	41.92	
		14			
	d2 (7.5 %)	7	41.34		
		14			
<b>Testigo</b>			35.00	35.00	35.00

En este cuadro se observa el efecto de la aplicación de MB casero y comercial frente al testigo sobre la altura de los portainjertos de cacao. Los valores varían desde 39.5 cm., obtenido con MB casero en la dosis 1, haciendo una diferencia frente al testigo de 4.5 cm., mientras que con MB comercial la mayor diferencia de altura se obtuvo también en la dosis 1 con 42.50 cm, la misma que hace un diferencia frente al testigo de 7.5 cm.

Comparando las fuentes de MB con el testigo se registró valores de 41.17 y 35 mm respectivamente, comprobándose que existe una influencia de las fuentes sobre la altura de los portainjertos de cacao.

**Cuadro 3.5 Análisis de varianza para altura de portainjertos de cacao (cm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft = 5 %	SIG.
BLOQUES	2	47.19	23.59	2.56	0.11	N.S.
TRATAMIENTOS	8	146.07	18.26	1.98	0.12	N.S.
ERROR	16	147.48	9.21			
TOTAL	26	340.74				

C.V. = 7.49 %

En el cuadro 3.5, en el análisis de varianza (ANVA) se observa que no existen diferencias significativas tanto a nivel de bloques como de tratamientos lo cual indica que la altura de los plantones, si bien es cierto es favorecida por la aplicación de fuentes de microorganismos, dosis y frecuencias con respecto al testigo y con ligera ventaja para MB comercial; sin embargo, cuando se compara estadísticamente a nivel de bloques y tratamientos no existen diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 7.49%.

**Cuadro 3.6 Prueba de contraste para altura de portainjertos de cacao (cm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.**

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L.	CONTRASTE	C. M.	Fc	Ft	SIG.
t Vs. fact.	1	101.407407	101.40741	11.00	0.0044	**
ME cas Vs. ME co	1	13.500000	13.500000	1.46	0.2438	N.S.
ME cas (d1 Vs. d2)	1	10.083333	10.083333	1.09	0.3111	N.S.
ME co (d1 Vs. d2)	1	4.083333	4.083333	0.44	0.5152	N.S.
ME cas d1 (f1 Vs. f2)	1	0.166667	0.166667	0.02	0.8947	N.S.
ME cas d2 (f1 Vs. f2)	1	0.000000	0.000000	0.00	1.000	N.S.
ME co d1 (f1 Vs. f2)	1	0.166667	0.166667	0.02	0.8947	N.S.
ME co d2 (f1 Vs. f2)	1	16.666667	16.666667	1.81	0.1975	N.S.

En el cuadro 3.6, en la prueba de contraste existe diferencia altamente significativa a nivel del testigo con los factoriales, hecho que demuestra que los tratamientos han tenido diferentes resultados y significativos con respecto al testigo; en tanto que a nivel de las fuentes MB casero y MB comercial no se ha encontrado diferencia significativa

Contrastando MB casero con dosis 1 y la dosis 2 no se encontró diferencia significativa. Tampoco reportan diferencia significativa a nivel de MB comercial, la dosis 1 con dosis 2; MB casero frente a dosis 1 con las frecuencias de aplicación respectivas; MB casero frente a dosis 2 con las frecuencias de aplicación respectivas; MB comercial frente a dosis 1 con las frecuencias de aplicación respectivas; MB comercial frente a dosis 2 con las frecuencias de aplicación respectivas.

Este resultado pone de manifiesto la eficiencia de los MB por su efecto sobre el crecimiento de las plantas, ya que la no aplicación del mismo produjo un efecto negativo sobre la variable evaluada en el testigo. **Caballero (2006)**, sostiene que numerosas bacterias y hongos promueven el crecimiento vegetal. De forma particular los hongos micorrízicos, que se asocian con la mayoría de plantas, en algunos casos recorriendo zonas del suelo que resultan imposibles a las raíces, favoreciendo la captación de nutrientes. Dentro de las bacterias promotoras de crecimiento las rizobacterias son las más comunes. Estas bacterias favorecen la fijación biológica de nitrógeno, sintetizan diversas fitohormonas y mejoran la absorción de agua y minerales del suelo.

### 3.2.2. DIÁMETRO DE TALLO DE PORTAINJERTOS

**Cuadro 3.7 Diámetro promedio de tallo de portainjertos de cacao (mm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.**

FUENTES	DOSIS	FRECUENCIA (días)	PROMEDIO (mm)	D. S.
<b>ME casero</b>	d1 (5 %)	7	6.38	0.01154701
		14	6.24	0.06244998
	d2 (7.5%)	7	6.35	0.06658328
		14	6.02	0.11930353
<b>ME comercial</b>	d1 (5 %)	7	6.17	0.03605551
		14	6.57	0.05507571
	d2 (7.5%)	7	6.18	0.05686241
		14	6.25	0.05131601
<b>Testigo</b>			4.93	0.14106736

En el cuadro 3.7 se muestran valores con diámetros promedios de portainjertos de cacao al cabo de 98 días de evaluación por efecto de las fuentes, dosis y frecuencias de aplicación de MB casero y MB comercial, medidas tomadas por debajo de la línea del cotiledón. La lectura indica que no existe muchas diferencias en los valores obtenidos siendo el valor máximo dentro de las fuentes 6.57 mm, que corresponde al tratamiento  $t_6$  con fuente de microorganismo comercial, dosis al 5 % y frecuencia de aplicación cada 14 días, en tanto que el valor más bajo se obtuvo en el tratamiento  $t_4$  con 6.02 mm de diámetro de tallo que corresponde a la fuente microorganismo casero, dosis al 7.5 % y frecuencia de aplicación cada 14 días. El testigo muestra menor diámetro de tallo, con 4.93 mm, estos resultados obtenidos indican que el periodo de tiempo, la fuente y la frecuencia de aplicación influyen en el incremento del diámetro de tallo, permitiendo obtener plantones aptos para el injerto en un tiempo menor de 98 días.

**Cuadro 3.8 Comparativo de diámetro promedio de tallo de portainjertos de cacao (mm) entre factorial y testigo con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho.**

FUENTES	DOSIS	FRECUENCIA (días)	PROMEDIO (mm)	PROMEDIO DOSIS (mm)	PROMEDIO FUENTES (mm)	PROMEDIO (tratam. Vs. T)
<b>ME casero</b>	d1 (5 %)	7	6.38	6.31	6.25	6.27
		14	6.24			
	d2 (7.5%)	7	6.35	6.19		
		14	6.02			
<b>ME comercial</b>	d1 (5 %)	7	6.17	6.37	6.30	
		14	6.57			
	d2 (7.5%)	7	6.18	6.22		
		14	6.25			
<b>Testigo</b>			4.93	4.93		4.93

En este cuadro se aprecia el efecto de la aplicación de MB casero y comercial sobre el diámetro de portainjertos de cacao.

Los valores promedios a nivel de los 8 tratamientos son variables; con fuente de MB casero, dosis 1 en el  $t_1$  se reportó 6.38 mm, mientras que el  $t_2$  registró 6.24 mm; en la dosis 2 se reportan valores de 6.35 y 6.02 mm en  $t_3$  y  $t_4$  respectivamente. Habiéndose encontrado los mayores efectos sobre el diámetro de los portainjertos aplicando 5% de MB casero cada 7 días en ambas dosis.

Con fuente de MB comercial, dosis 1 en el  $t_5$  se registró 6.17 mm, mientras que en el  $t_6$  se encontró 6.57 mm; en la dosis 2 se reportan valores de 6.18 y 6.25 mm en  $t_7$  y  $t_8$  respectivamente. Habiéndose encontrado los mayores efectos sobre el diámetro de los portainjertos aplicando 7.5% de ME comercial cada 14 días en ambas dosis.

Comparando a nivel de dosis con fuente de MB casero, la d1 reporta mayor diámetro de tallo con 6.31 mm frente a 6.19 mm de la d2. En tanto

que con fuente de MB comercial se obtuvo 6.37 mm en la d1 y 6.22 mm en la d2.

A nivel de fuentes resulta que con MB comercial se obtuvo 6.30 mm frente a 6.25 mm de MB casero, diferencia que favorece ligeramente a la segunda fuente.

En tanto que el diámetro promedio a nivel de las fuentes son de 6.27 mm frente a 4.93 mm que reporta el testigo. Comprobándose que existe una influencia de las fuentes sobre el diámetro del tallo de los portainjertos de cacao con respecto al testigo.

Para explicar este resultado citamos a **Higa y Parr (1991)**, quienes mencionan que los MB sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas, azúcares y permitiendo una mejor utilización de los elementos nutritivos por la planta, acelera sus procesos vitales, incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar por consiguiente favorece la fotosíntesis, acelerando la síntesis de proteínas y de hidratos de carbono, las células vegetales se ven inducidas a un crecimiento acelerado y se multiplican con rapidez.

**Cuadro 3.9 Análisis de varianza para diámetro de tallo de portainjertos de cacao (mm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft = 5 %	SIG.
BLOQUES	2	0.01	0.00	0.66	0.53	N.S.
TRATAMIENTOS	8	5.35	0.66	109.74	0.00	**
ERROR	16	0.10	0.01			
TOTAL	26	5.46				
C.V. = 1.275 %						

En el cuadro 3.9, en el análisis de varianza (ANVA) se observa que a nivel de bloques no existen diferencia significativa, mientras que entre tratamientos si hay diferencia altamente significativa lo que indica que las fuentes, las dosis y frecuencias de aplicación tienen efecto sobre el diámetro de tallos de los portainjertos con respecto al testigo. El coeficiente de variabilidad encontrado fue de 1.275 %

**Cuadro 3.10 Prueba de contraste del diámetro de tallo de portainjertos de cacao (mm) con diferentes dosis y frecuencias de aplicación de MB. Ayna San Francisco 600 m.s.n.m. Ayacucho – 2010.**

FUENTES DE VARIACIÓN	G. L.	S. C.	C. M.	Ft	Fc	SIG.
t Vs. fact.	1	4.78826667	4.78826667	785.68	0.0001	**
ME cas Vs. ME co	1	0.01126667	0.01126667	1.85	0.1928	N.S.
ME cas (d1 Vs. d2)	1	0.48133333	0.48133333	7.9	0.0126	*
ME co (d1 Vs. d2)	1	0.70533333	0.70533333	11.57	0.0036	**
ME cas d1 (f1 Vs. f2)	1	0.30816667	0.30816667	5.06	0.039	*
ME cas d2 (f1 Vs. f2)	1	0.15681667	0.15681667	25.73	0.0001	**
ME co d1 (f1 Vs. f2)	1	0.23601667	0.23601667	38.73	0.0001	**
ME co d2 (f1 Vs. f2)	1	0.00881667	0.00881667	1.45	0.2466	N.S.

El cuadro 3.10, muestra que existe diferencia altamente significativa de los tratamientos comparado con el factorial, lo que demuestra que el diámetro de los tallos expresan valores diferentes en función a cada tratamiento, estos a su vez están influenciados por la dosis de aplicación.

Comparando el efecto de las fuentes de microorganismos caseros y comerciales sobre el diámetro de los portainjertos, éstos no presentan diferencia significativa entre ambos.

Con fuente de MB casero a nivel de d1 y d2, se reporta diferencia significativa entre ambas, siendo la dosis 1 (5%) ligeramente superior a las dosis 2 (7.5%), con diámetros promedios de 6.31 y 6.19 mm respectivamente. Mientras que en la fuente con ME comercial la diferencia

es aun bastante significativa cuyos valores para la d1 fue de 6.37 y para la d2 de 6.22 mm. Lo que indica que la dosis 5 % tuvo mejor respuesta que la dosis de 7.5 % como en el caso de ME casero.

Con fuente de MB casero en la dosis 1 y frecuencias de aplicación (7 y 14 días) se observa que hay diferencia estadística, siendo sus valores de 6.38 y 6.24 mm respectivamente; en tanto que para la dosis 2 en la misma fuente se reportan valores de 6.35 y 6.02 mm, valores que estadísticamente indican que la frecuencia 1 es altamente significativo que la frecuencia 2.

Con fuente con MB comercial en la dosis 1 y frecuencia de aplicación cada 7 y 14 días se reporta que estadísticamente hay alta diferencia significativa entre ambas, siendo éstos valores de 6.17 y 6.57 mm para  $t_5$  y  $t_6$ . En tanto que a nivel de la dosis 2, frecuencia 1 (7 días) y frecuencia 2 (14 días) los diámetros encontrados fueron de 6.18 y 6.25 mm respectivamente, ello indica que estadísticamente no hay diferencia significativa.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

Los resultados del presente trabajo de investigación han permitido arribar a las siguientes conclusiones:

1. La altura del portainjerto fue influenciada por el uso de los MB; sin embargo, no hay diferencia entre las concentraciones, ni entre las frecuencias empleadas. La altura alcanzada en los portainjertos que recibieron MB fue de 41.17 cm, superior al alcanzado en el testigo con 35.00 cm.
2. El diámetro de tallo del portainjerto fue influenciada por el uso de los MB; sin embargo, no hay diferencia entre las fuentes de MB (casero o comercial). La aplicación de MB casero cada 7 días (f1) permite mayor desarrollo del diámetro que la aplicación cada 14 días (f2), tanto al 5 como al 7.5% cuyos valores obtenidos fueron de 6.31 y 6.19 mm respectivamente; en tanto que la aplicación de MB comercial tiene influencia en la concentración baja, siendo la mejor frecuencia de aplicación cada 14 días (6.57 mm) con respecto a cada 7 días (6.17 mm).
3. La producción óptima del portainjerto de cacao se obtiene empleando MB casero cada 7 días en ambas concentraciones, o empleando MB comercial al 5% cada 14 días.
4. Luego de 98 días del experimento, con la aplicación de microorganismo casero al sustrato la microflora de ésta

incrementó su población en  $8.7 \times 10^6$  UFC de bacterias y  $7.5 \times 10^5$  UFC de hongos por gramo de suelo, mientras que con la aplicación de microorganismo comercial, la población microbiana alcanzó  $7.4 \times 10^6$  UFC de bacterias y  $2 \times 10^5$  UFC de hongos por gramo de suelo.

5. El pH del sustrato inicialmente fuertemente ácido, por acción de los microorganismos es modificado a ligeramente ácido. Así mismo, el contenido de materia orgánica se mantuvo en un nivel promedio alto con una ligera tendencia a su incremento con respecto al testigo; en cuanto a los nutrientes, como nitrógeno total, P disponible, K disponible, Ca, Mg y CIC existe un ligero incremento en el sustrato tratado con microorganismos con respecto al testigo.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

1. Para la producción de plántones portainjerto de cacao se recomienda aplicar MB casero cada 7 días en cualquiera de las dos concentraciones evaluadas, es decir ya sea al 5 o 7.5 %. En tanto que empleando MB comercial es recomendable una concentración de 5 % con una frecuencia de aplicación de cada 14 días.
2. Repetir el experimento, para tener resultados más consistentes, incorporando mayor concentración y ampliando las frecuencias de aplicación de los microorganismos.

## RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de dos dosis y dos frecuencias de soluciones de microorganismos casero y comercial en el crecimiento y desarrollo de porta injertos de cacao, se ejecutó el presente trabajo en el distrito de Ayna San Francisco, Ayacucho; utilizándose el cacao criollo, variedad más difundida en el Valle. Se estudió dos tipos de soluciones de microorganismos benéficos (MB): casero y comercial, cada uno a dos dosis: 5% y 7.5% de dilución, y dos frecuencias de aplicación: 7 y 14 días. El experimento se condujo utilizando el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial  $2A \times 2B \times 2C$ , distribuidos en tres bloques, con 8 tratamientos y un testigo adicional. Se evaluaron las características y población microbiana del sustrato, altura de porta injertos y diámetro de tallo. Las conclusiones a las que se arribaron fueron: 1. La altura del porta injerto fue influenciada por el uso de los MB; sin embargo, no hay diferencia entre las concentraciones, ni entre las frecuencias empleadas. La altura alcanzada en los portainjertos que recibieron MB fue de 41.17 cm, superior al alcanzado en el testigo con 35.00 cm; 2. El diámetro de tallo del portainjerto fue influenciada por el uso de los MB; sin embargo, no hay diferencia entre las fuentes de MB (casero y comercial). La aplicación de MB casero cada 7 días (f1) permite mayor desarrollo del diámetro que la aplicación cada 14 días (f2), tanto al 5 como al 7.5%, cuyos valores obtenidos fueron de 6.31 y 6.19 mm respectivamente; en tanto que la aplicación de MB comercial tiene influencia en la concentración baja, siendo la mejor frecuencia de aplicación cada 14 días (6.57 mm) con respecto a cada 7 días (6.17 mm); 3. La producción óptima del portainjerto de cacao se obtiene empleando MB casero cada 7 días en ambas concentraciones, o empleando MB comercial al 5% cada 14 días; 4. Luego de 98 días del experimento, con la aplicación de microorganismo casero al sustrato la microflora de ésta incrementó su población en  $8.7 \times 10^6$  UFC de bacterias y  $7.5 \times 10^5$  UFC de hongos por gramo de suelo, mientras que con la aplicación de microorganismo comercial, la población

microbiana alcanzó  $7.4 \times 10^6$  UFC de bacterias y  $2 \times 10^5$  UFC de hongos por gramo de suelo; 5. El pH del sustrato inicialmente fuertemente ácido, por acción de los microorganismos es modificado a ligeramente ácido. Así mismo, el contenido de materia orgánica se mantuvo en un nivel promedio alto con una ligera tendencia a su incremento con respecto al testigo; en cuanto a los nutrientes, como nitrógeno total, P disponible, K disponible, Ca y Mg existe un ligero incremento en el sustrato tratado con microorganismos con respecto al testigo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ADRIAZOLA, J. 2002.** Producción del Alimento de los Dioses (*Theobroma cacao* L). UNAS. Tingo María, Perú.
2. **ALEXANDER, M. 1999.** Introducción a la Microbiología del Suelo A.G.T. Editor S.A. México D.F. 371 p.
3. **AREVALO, E. 2004.** Paquete Tecnológico Ofertado por el Instituto de Cultivos tropicales para el Cultivo de Cacao y último resultado de la investigación. Taller Nacional: Estandarización de la Oferta Tecnológica del Cultivo de Cacao en el Perú, ACCESO, IICA, WFC, CICAD/OEA. Lima, Perú.
4. **ARGUELLO, O. 2000.** Origen y descripción botánica en tecnología para el mejoramiento de sistemas de producción de cacao. Corpoica, Bucaramanga-Colombia.
5. **BARRIGA, R. 1994.** Plantas útiles de la Amazonia Peruana. Concytec. 1ra edición. Lima – Perú.
6. **BENITO, A. 1991.** Tecnificación del Cacao en la Selva Alta Peruana Fundación para el Desarrollo del Agro. (FONDEAGRO). Lima –Perú.
7. **BLACK, C. 1975.** Relaciones Suelo – Planta. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 420 p.
8. **BORNEMISZA, E. 1987.** Introducción a química de Suelos. OEA. Washington. 1982. 74 p.
9. **CATEDRA, IX. 1982.** Química del Suelo y los Fertilizantes. 3 era. Edición. Universidad Politécnica. Madrid - España. 127 p.
10. **COYNE, M. 2000.** Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio. Trad. M Rasskin. Madrid, ES, Paraninfo. 416 p.
11. **CHESMAN, E. 1944.** Fertilization and embryogeny in (*Theobroma cacao* L.). Ann. Of. Bot. 41 (161): 107-127.
12. **ENRIQUEZ, A. 1987.** Curso sobre el Cultivo de Cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

13. **ESTRADA, J. 1986.** Curso de nutrición mineral de las plantas. UNA La Molina. Lima, Perú. 196 p.
14. **EVANS, HC. 1981.** Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora roreri* (Monilia). In: Phytopathological papers N° 24. CAB.Kew. Surrey, England. Pgs. 1 – 43.
15. **FASSBENDER, H. 1986.** Química de suelos, con énfasis en los suelos de América Latina. 5ta. Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 350 p.
16. **GARCÍA, L. 2007.** Mejoramiento genético del cacao. En: Diplomado en cultivos industriales tropicales. Ed. UNAS. Tingo María.
17. **GARCIA, L. 2000.** Grupos y variedades de cacao. En: Cultivo del cacao en la Amazonía peruana. (Arca, M, ed.) INIA, Lima, Perú.
18. **HARDY, F. 1969.** Manual del Cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA)-Turrialba, OEA, CATIE.
19. **HERNÁNDEZ, T.; ARAÑAZO, H.; ARÉVALO, E. 1988.** Reporte sobre la presencia de la Moniliasis del cacao en el Perú y políticas recomendables para su manejo Integral. Informe técnico proyecto AD-PER-86-459-OSP-PNUD. Lima, Perú.
20. **I.C.A. 1990.** Seminario Nacional de Actualización en Cacao. Colombia.
21. **LIZANO, M. 1992.** El Cultivo del cacao. Programa Nacional del Cacao, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Guayaquil, Ecuador.
22. **MARIN, J. 2002.** La Moniliasis del Cacao. Boletín Ministerio de Agricultura, Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Lima-Perú.
23. **MEJÍA, F. 2000.** El cultivo de Cacao y Políticas Recomendables para su manejo Integral en Costa Rica. Costa Rica.
24. **MINAG - PROAMAZONIA 2003.** Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad. Lima-Perú.
25. **MONT KOC R.; FERNÁNDEZ, E. 1997.** Fitopatología Agrícola. Departamento de Sanidad. Vegetal - Sección Fitopatología, UNALM. Lima, Perú.

26. **OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES-ONERN. 1986.** Perfil Ambiental del Perú. ONERN. Lima - Perú.
27. **PAÚL, E.; CLARK, F. E. 1989.** Soil Microbiology and Biochemistry. Academia Press. San Diego California. 231 p.
28. **PAREDES, M. 2008.** Clones promisorios de cacao peruano. Primera edición. Gráfica Delvi. Lima Perú.
29. **PAREDES, M. 2004.** Manual del Cultivo del Cacao. Ministerio de Agricultura. Programa para el Desarrollo de la Amazonia. PROAMAZONIA. Cacao VRAE S.A. Lima, Perú. 130 pp
30. **PORRAS, V. 1997.** Informe de rastreo de la Moniliasis del cacao en la zona de la mosquitia Nicaragüense y Hondureña IICA, APROCACAO, MOPAWI, y Pro Mundo Humano. 7 p.
31. **PORRAS, V. 1991.** Enfermedades del cacao. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Honduras.
32. **SAN ROMÁN, A. 1996.** Influencia de la concentración de nitrógeno en la producción de ácido cítrico por *Aspergillus niger* inmovilizado en un reactor de lecho fluidizado. Afinidad LIII 462. 131- 135.
33. **SENASA.1998.** Moniliasis del Cacao. MINAG-SENASA, Lima Perú.
34. **SÁNCHEZ, M. 2007.** Las endomicorrizas: expresión bioedáfica de importancia en el trópico. Cali, Colombia.
35. **SORIA, J. 1970.** Principal varieties of cacao cultivated in tropical América. Cocoa Growers´ Bulletin, N° 15.
36. **SUQUILANDA, M. 1996.** Agricultura orgánica. Edit. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Quito, Ecuador. 654 p.
37. **TINEO, A. 2012.** El análisis funcional de varianza. AMI Ayacucho E.I.R.L. Ayacucho, Perú.

## PÁGINAS WEB CONSULTADAS

1. **CABALLERO, J. (2006).** Microbiología Agrícola e Interacciones Microbianas con Plantas. Revista Latinoamericana de Microbiología 48. 154 – 161. Consultado el 22 de Septiembre, 2010 <http://www.medigraphic.com/espanol/e-htms/e-lamicro/e-mi2006/e-mi06-2/em-mi062p.htm>
2. **CHUJO, L.** Consultado: 30 de mayo del 2011. URL: <http://www.chujosl.com/>
3. **DELGADO, M. 2002.** Los Microorganismos del Suelo en la Nutrición Vegetal. Investigación ORIOUS Biotecnología. Consultado el 8 de Septiembre, 2010 de <http://www.oriusbiotecnologia.com/>
4. **FAO.** Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Consultado 28 de mayo del 2011. URL: [http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index\\_es.jsp?term=e045&letter=M](http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp?term=e045&letter=M)  
[http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index\\_es.jsp?term=p105&letter=M](http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp?term=p105&letter=M)  
[http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index\\_es.jsp?term=p070&letter=M](http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp?term=p070&letter=M)
5. **HIGA; PARR. 1991.** Microorganismos Efectivos (ME o EM). Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES). Consultado: 30 de julio del 2011. URL: <http://www.fundases.com/p/em01.html>
6. **INFOAGRO. 2009.** El cultivo del Cacao. Consultado: 13 junio del 2011. URL: <http://www.infoagro.com/cultivo-del-cacao.htm>
7. **KUPRAT. 2004.** Consultado: 13 de junio del 2011. URL: <http://agua-viva.info/es/microorg.ht>
8. **RAISMAN, J. 2000.** Consultado: 13 de junio del 2011. <http://fai.unne.edu.ar/biología/bacterias/>
9. **WENZL, I. 2010.** La Revolución de los Microorganismos Efectivos. Consultado: 13 de junio del 2011. URL: <http://www.em-info.es,2010>

# ANEXOS

Anexo Nº 1. Resumen de Resultados de parámetros evaluados

Fecha de Evaluación	TRATAMIENTO T1						TRATAMIENTO T2						TRATAMIENTO T3					
	Ubicación		Parámetro Evaluados		Promedio		Ubicación		Parámetro Evaluados		Promedio		Ubicación		Parámetro Evaluados		Promedio	
	Columna	Bloque	Díámetro Tallo (mm)	Longitud Tallo (Cm)	Número de Hojas	Promedio	Columna	Bloque	Díámetro Tallo (mm)	Longitud Tallo (Cm)	Número de Hojas	Promedio	Columna	Bloque	Díámetro Tallo (mm)	Longitud Tallo (Cm)	Número de Hojas	Promedio
16-Jul	I	2,12	5,41	10	10,67		I	2,12	8,41	10	11,33		I	2,12	6,21	10	10,67	
	II	2,14	2,137	11	10,67	4	II	2,14	2,137	11	11,33	1	II	2,14	2,137	11	10,67	
	III	2,15		11			III	2,15		13			III	2,15		11		
23-Jul	I	2,15	5,22	11	11,67		I	2,21	5,22	11	11,67		I	2,16	5,46	13	14,33	
	II	2,17	2,173	12	11,67	4	II	2,16	2,173	11	11,67	1	II	2,17	2,153	14	14,33	
	III	2,2		12			III	2,15		13			III	2,13		16		
30-Jul	I	2,24	6,57	13	13,33		I	2,29	6,74	13	14,67		I	2,21	6,53	15	17	
	II	2,21	2,23	13	13,33	4	II	2,24	2,247	12	14,67	1	II	2,23	2,21	17	17	
	III	2,24		14			III	2,21		19			III	2,19		19		
6-Ag	I	2,36	7,54	15	15		I	2,36	7,56	14	16,0		I	2,32	6,51	17	19,33	
	II	2,31	2,34	14	15	4	II	2,39	2,353	13	16,0	1	II	2,3	2,303	19	19,33	
	III	2,35		16			III	2,31		21			III	2,29		22		
13-Ag	I	4,76	14,57	18	17,67		I	4,27	12,55	15	18,0		I	4,42	11,17	18	21,33	
	II	4,82	4,84	16	17,67	4	II	4,12	4,183	15	18,0	1	II	4,45	4,49	21	21,33	
	III	4,94		19			III	4,16		24			III	4,5		25		
20-Ag	I	4,96	11,04	21	20		I	5,06	14,72	17	19,7		I	5,04	15,01	20	23,33	
	II	4,97	5,01	18	20	4	II	4,79	4,873	16	19,7	1	II	5,06	5,003	24	23,33	
	III	5,1		21			III	4,77		26			III	4,91		26		
27-Ag	I	5,1	15,1	22	22,33		I	5,21	15,21	19	22,3		I	5,12	15,24	21	24,33	
	II	5,12	5,133	21	22,33	4	II	5,02	5,07	19	22,3	1	II	5,13	5,097	25	24,33	
	III	5,18		24			III	4,98		29			III	5,04		27		
3-Set	I	5,2	15,67	26	25,67		I	5,36	15,61	20	24,3		I	5,26	15,69	23	26	
	II	5,19	5,227	24	25,67	4	II	5,14	5,207	21	24,3	1	II	5,27	5,23	26	26	
	III	5,29		27			III	5,12		32			III	5,16		29		
10-Set	I	5,318	15,97	28	27,67		I	5,45	15,95	22	26,7		I	5,315	15,85	25	27,67	
	II	5,3	5,323	26	27,67	4	II	5,2	5,283	23	26,7	1	II	5,325	5,287	27	27,67	
	III	5,35		29			III	5,2		35			III	5,22		31		
17-Set	I	5,42	16,27	31	32,33		I	5,52	16,23	27	30,7		I	5,46	16,21	28	31,33	
	II	5,36	5,407	33	32,33	4	II	5,31	5,41	28	30,7	1	II	5,47	5,403	33	31,33	
	III	5,44		33			III	5,4		37			III	5,28		33		
24-Set	I	5,59	16,95	33	34,33		I	5,7	16,71	31	34,3		I	5,59	16,71	34	35,33	
	II	5,66	5,653	35	34,33	4	II	5,52	5,57	32	34,3	1	II	5,61	5,57	36	35,33	
	III	5,71		35			III	5,49		40			III	5,51		36		
01-Oct	I	6,16	18,35	34	35,67		I	6,08	17,92	33	35,7		I	6,09	16,21	36	37,33	
	II	6,13	6,13	36	35,67	4	II	5,98	5,973	33	35,7	1	II	6,1	6,103	38	37,33	
	III	6,13		37			III	5,86		41			III	6,12		38		
08-Oct	I	6,29	18,74	37	37,33		I	6,21	18,57	35	36,7		I	6,21	18,57	38	38,67	
	II	6,21	6,247	37	37,33	4	II	6,12	6,123	36	36,7	1	II	6,19	6,223	39	38,67	
	III	6,24		38			III	6,04		39			III	6,27		39		
15-Oct	I	6,39	19,15	39	39,67		I	6,31	18,72	38	39,3		I	6,39	19,04	40	41,33	
	II	6,37	6,383	39	39,67	4	II	6,22	6,24	38	39,3	1	II	6,27	6,347	41	41,33	
	III	6,39		41			III	6,19		42			III	6,38		43		

Anexo NR 1. Resumen de Resultados de parámetros evaluados

TRATAMIENTO T4				TRATAMIENTO T5				TRATAMIENTO T6			
Columna	Bloque	Parámetro Evaluados		Columna	Bloque	Parámetro Evaluados		Columna	Bloque	Parámetro Evaluados	
		Promedio	Longitud Tallo (cm)			Promedio	Longitud Tallo (cm)			Promedio	Longitud Tallo (cm)
8	I	2,12	9	2	I	2,12	10	6	I	2,12	10
	II	2,14	10		II	2,14	9		II	2,14	11
	III	2,15	10		III	2,15	9		III	2,15	10
8	I	2,1	10	2	I	2,19	11	6	I	2,14	11
	II	2,24	11		II	2,14	11		II	2,17	12
	III	2,13	10		III	2,1	11		III	2,16	11
8	I	2,19	13	2	I	2,21	12	6	I	2,19	12
	II	2,34	12		II	2,19	14		II	2,21	13
	III	2,21	11		III	2,16	14		III	2,25	12
8	I	2,31	15	2	I	2,41	13	6	I	2,29	13
	II	2,49	14		II	2,42	17		II	2,44	14
	III	2,39	13		III	2,39	18		III	2,51	13
8	I	4,14	18	2	I	4,21	15	6	I	4,9	15
	II	4,17	16		II	4,35	19		II	4,76	17
	III	4,12	15		III	4,42	20		III	4,81	17
8	I	4,27	19	2	I	4,91	17	6	I	5,2	16
	II	4,36	18		II	4,85	22		II	5,39	19
	III	4,32	17		III	4,97	24		III	5,41	18
8	I	4,49	23	2	I	5,1	19	6	I	5,41	17
	II	4,51	22		II	5,06	25		II	5,62	22
	III	4,41	21		III	5,12	26		III	5,61	21
8	I	4,61	25	2	I	5,19	21	6	I	5,57	21
	II	4,62	25		II	5,21	27		II	5,71	27
	III	4,59	26		III	5,19	29		III	5,74	25
8	I	4,757	28	2	I	5,32	23	6	I	5,721	24
	II	4,78	27		II	5,32	29		II	5,815	30
	III	4,723	27		III	5,41	30		III	5,817	37
8	I	5,21	29	2	I	5,45	30	6	I	5,91	33
	II	5,12	31		II	5,49	32		II	5,98	37
	III	5,49	31		III	5,56	33		III	6,06	35
8	I	5,37	30	2	I	5,6	33	6	I	6,01	35
	II	5,26	34		II	5,63	35		II	6,12	40
	III	5,71	33		III	5,71	37		III	6,17	36
8	I	5,71	37	2	I	5,79	36	6	I	6,19	38
	II	5,6	37		II	5,81	36		II	6,21	41
	III	5,96	34		III	5,84	39		III	6,31	37
8	I	5,92	38	2	I	6,01	37	6	I	6,31	36
	II	5,76	39		II	6,03	38		II	6,39	42
	III	6,05	36		III	6,06	40		III	6,44	39
8	I	6,06	41	2	I	6,14	48	6	I	6,51	38
	II	5,89	42		II	6,16	41		II	6,62	44
	III	6,12	41		III	6,21	41		III	6,57	45

ANEXO Nº 1. Resumen de Resultados de parámetros evaluados

TRATAMIENTO			TRATAMIENTO			TRATAMIENTO			Y E S T I G O						
T7			T8			T9			T10						
Columna	Bloque	Diámetro Tallo (mm)	Promedio	Longitud Tallo (cm)	Promedio	Número de Hojas	Promedio	Columna	Bloque	Diámetro Tallo (mm)	Promedio	Longitud Tallo (cm)	Promedio	Número de Hojas	Promedio
3	I	2,12	6,41	10	9,33			10	I	2,12	6,41	9	9,33		
	II	2,14	2,14	9	9,33			10	II	2,14	2,137	10	9,33		
	III	2,15		9					III	2,15		9			
3	I	2,14	6,5	12	11,67			10	I	2,14	6,52	11	11,00		
	II	2,17	2,17	11	11,67			10	II	2,16	2,173	11	11,00		
	III	2,19		12					III	2,22		11			
3	I	2,19	6,62	15	14,00			10	I	2,17	6,62	13	12,33		
	II	2,21	2,21	13	14,00			10	II	2,19	2,207	12	12,33		
	III	2,22		14					III	2,26		12			
3	I	2,22	7,4	17					I	2,36	7,15	15			
	II	2,49	2,43	15	17,00			10	II	2,31	2,397	13	14,00		
	III	2,49		19					III	2,52		14			
3	I	4,77	14,7	17	18,67			10	I	3,91	11,45	18			
	II	4,65	4,58	17	18,67			10	II	3,7	3,683	14	16,67		
	III	4,31		22					III	3,44		18			
3	I	5,13	15,1	22	22,00			10	I	4,04	13,77	20			
	II	5,14	5,13	19	22,00			10	II	3,96	3,923	17	19,00		
	III	5,12		25					III	3,77		20			
3	I	5,27	15,9	24	24,00			10	I	4,19	13,38	23			
	II	5,29	5,31	21	24,00			10	II	4,12	4,093	21	22,33		
	III	5,36		27					III	3,97		23			
3	I	5,39	16,1	27	26,67			10	I	4,24	12,51	25			
	II	5,36	5,35	24	26,67			10	II	4,21	4,17	24	24,67		
	III	5,31		29					III	4,06		25			
3	I	5,47	17,2	29	28,00			10	I	4,11	12,77	28			
	II	5,414	5,4	25	28,00			10	II	4,36	4,224	25	26,67		
	III	5,315		30					III	4,2		27			
3	I	5,59	16,7	30	31,67			10	I	4,36	13,89	31			
	II	5,52	5,52	30	31,67			10	II	4,32	4,297	26	28,67		
	III	5,46		35					III	4,21		29			
3	I	5,7	17,2	31	34,33			10	I	4,42	13,11	32			
	II	5,82	5,73	34	34,33			10	II	4,4	4,37	30	30,67		
	III	5,66		38					III	4,29		30			
3	I	5,85	17,5	35	37,33			10	I	4,7	13,9	33			
	II	5,96	5,84	38	37,33			10	II	4,79	4,633	31	31,67		
	III	5,7		39					III	4,41		31			
3	I	6,01	18,2	36	39,00			10	I	4,76	14,25	34			
	II	6,17	6,07	39	39,00			10	II	4,85	4,743	33	34,33		
	III	6,03		42					III	4,62		36			
3	I	6,16	18,5	38	40,67			10	I	4,8	14,79	37			
	II	6,24	6,18	40	39,67			10	II	4,91	4,93	31	35,00		
	III	6,13		41					III	5,08		37			

**Anexo N° 02**

Reporte de Materia Seca (estufa a 200° C /60 minutos)

	Tratamientos	Materia H <sup>o</sup>			Materia Seca			Longitud Cm
		Tallo	Raíz	Total	Tallo	Raíz	Total	
<b>Muestra:</b>	T6 (Comercial)	22,63	7,05	29,68	7,66	2	9,66	48,5
	T3 (Casero)	21,47	7,02	28,49	7,54	2	9,54	45,5
	Testigo	19,20	5,56	24,76	5,57	1,61	7,18	39

Anexo N° 03

Diametro promedio (mm) de Tallo de plantones de cacao

FECHA	FUENTES										T
	ME casero					ME Comercial					
	d1		d2		t4	d1		d2		t8	
t1	t2	t3	t3	t4	t5	t5	t6	t7	t8	T	
16-jul	2,1367	2,137	2,137	2,137	2,136	2,136	2,137	2,137	2,137	2,137	2,137
23-jul	2,173	2,173	2,153	2,153	2,157	2,143	2,157	2,167	2,167	2,16	2,173
30-jul	2,23	2,247	2,21	2,247	2,247	2,187	2,217	2,207	2,207	2,207	2,207
6 ag	2,34	2,353	2,303	2,397	2,407	2,407	2,413	2,433	2,433	2,483	2,397
13 ag.	4,84	4,183	4,49	4,143	4,327	4,327	4,823	4,577	4,577	4,963	3,683
20 Ag.	5,01	4,873	5,003	4,317	4,91	4,91	5,333	5,13	5,13	5,187	3,923
27 Ag	5,133	5,07	5,097	4,47	5,093	5,093	5,547	5,307	5,307	5,313	4,093
3 Set.	5,227	5,207	5,23	4,607	5,197	5,197	5,673	5,353	5,353	5,387	4,17
10 Set.	5,323	5,283	5,287	4,753	5,347	5,347	5,784	5,399	5,399	5,364	4,22
17 Set.	5,406	5,41	5,403	5,273	5,5	5,5	5,983	5,523	5,523	5,5	4,297
24 Set.	5,653	5,57	5,57	5,447	5,647	5,647	6,1	5,727	5,727	5,757	4,37
1 Oct.	6,13	5,973	6,103	5,757	5,813	5,813	6,247	5,837	5,837	6,137	4,633
8 Oct.	6,246	6,123	6,223	5,91	6,033	6,033	6,38	6,07	6,07	6,163	4,743
15 Oct.	6,383	6,24	6,347	6,023	6,17	6,17	6,567	6,177	6,177	6,253	4,93

Anexo N° 04  
Longitud promedio (Cm) de Tallo de plántones de cacao

FECHA	FUENTES									T
	ME casero				ME Comercial					
	d1		d2		d1		d2			
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8		
16-jul	10,667	11,33	10,7	9,67	9,33	10,33	9,33	9	9,33	
23-jul	11,667	11,67	14,3	10,33	11,33	11,33	11,67	10,67	11	
30-jul	13,333	14,67	17	12	13,33	12,33	14	13	12,33	
6 ag	15,000	16,00	19,3	14	16	13,33	17	15,33	14	
13 ag.	17,667	18,00	21,3	16,33	18	16,33	18,67	19	16,67	
20 Ag.	20,000	19,70	23,3	18	21	17,67	22	22,67	19	
27 Ag	22,333	22,30	24,3	22	23	20	24	25,67	22,33	
3 Set.	25,667	24,30	26	25,67	25,67	24,33	26,67	30,67	24,67	
10 Set.	27,667	26,70	27,7	27,33	27,33	30,33	28	33	26,67	
17 Set.	32,333	30,70	31,3	30,33	31,67	35	31,67	34,67	28,67	
24 Set.	34,333	34,30	35,3	32,33	35	37	34,33	36,33	30,67	
1 Oct.	35,667	35,70	37,3	36	37	38,67	37,33	40	31,67	
8 Oct.	37,333	36,7	38,7	37,67	38,33	39	39	41,33	34,33	
15 Oct.	39,667	39,3	41,3	41,33	42,67	42,33	39,67	43	35	

FECHA	FRECUENCIA X	FUENTES									t0
		ME casero				ME Comercial					
		d1		d2		d1		d2			
		t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8		
16-jul	7	10,667	11,33	10,7	9,67	9,33	10,33	9,33	9	9,33	
23-jul	14	11,667	11,67	14,3	10,33	11,33	11,33	11,67	10,67	11	
30-jul	21	13,333	14,67	17	12	13,33	12,33	14	13	12,33	
6 ag	28	15,000	16,00	19,3	14	16	13,33	17	15,33	14	
13 ag.	35	17,667	18,00	21,3	16,33	18	16,33	18,67	19	16,67	
20 Ag.	42	20,000	19,70	23,3	18	21	17,67	22	22,67	19	
27 Ag	49	22,333	22,30	24,3	22	23	20	24	25,67	22,33	
3 Set.	56	25,667	24,30	26	25,67	25,67	24,33	26,67	30,67	24,67	
10 Set.	63	27,667	26,70	27,7	27,33	27,33	30,33	28	33	26,67	
17 Set.	70	32,333	30,70	31,3	30,33	31,67	35	31,67	34,67	28,67	
24 Set.	77	34,333	34,30	35,3	32,33	35	37	34,33	36,33	30,67	
1 Oct.	84	35,667	35,70	37,3	36	37	38,67	37,33	40	31,67	
8 Oct.	91	37,333	36,7	38,7	37,67	38,33	39	39	41,33	34,33	
15 Oct.	98	39,667	39,3	41,3	41,33	42,67	42,33	39,67	43	35	

**Anexo Nº 05**  
Análisis de Varianza de diámetros de tallo de plántones de cacao aplicados con dosis de ME

Fuentes de variación	G. L.	S. C.	C. M.	Ft	Fc	SIG.
t Vs. Fact.	1	4,78826667	4,7882667	785,68	0,0001	**
ME Cas Vs. ME co	1	0,01126667	0,0112667	1,85	0,1928	N.S.
ME Cas (d1 Vs. d2)	1	0,4813333	0,4813333	7,9	0,0126	*
ME co (d1 Vs. d2)	1	0,7053333	0,7053333	11,57	0,0036	**
ME cas d1 (f1 Vs. F2)	1	0,3081667	0,3081667	5,06	0,039	*
ME cas d2 (f1 Vs. F2)	1	0,15681667	0,1568167	25,73	0,0001	**
ME co d1 (f1 Vs. F2)	1	0,23601667	0,2360167	38,73	0,0001	**
ME co d2 (f1 Vs. F2)	1	0,00881667	0,0088167	1,45	0,2466	N.S.

C. V. = 1.275372

Fuentes	Dosis	Frecuencia	Promedios	D. S.
ME casero	d1 (5 %)	7 dias	6,38	0,011547
		14 dias	6,24	0,06245
	d2 (7.5 %)	7 dias	6,35	0,0665833
		14 dias	6,02	0,1193035
ME comercial	d1 (5 %)	7 dias	6,17	0,0360555
		14 dias	6,57	0,0550757
	d2 (7.5 %)	7 dias	6,18	0,0568624
		14 dias	6,25	0,051316
Testigo			4,93	0,1410674

Anexo Nº 6

Análisis de Varianza de altura de plantones de cacao aplicados con dosis de ME

Fuentes de variación	G. L.	Contraste	C. M.	Fc	Ft	SIG.
t Vs. Fact.	1	101,40741	101,40741	11,00	0,0044	**
ME Cas Vs. ME co	1	13,500000	13,500000	1,46	0,2438	N.S.
ME Cas. (d1 Vs. d2)	1	10,083333	10,083333	1,09	0,3111	N.S.
ME co (d1 Vs. d2)	1	4,083333	4,083333	0,44	0,5152	N.S.
ME cas d1 (f1 Vs. F2)	1	0,166667	0,166667	0,02	0,8947	N.S.
ME cas d2 (f1 Vs. F2)	1	0,000000	0,000000	0,00	1,000	N.S.
ME co d1 (f1 Vs. F2)	1	0,166667	0,166667	0,02	0,8947	N.S.
ME co d2 (f1 Vs. F2)	1	16,666667	16,666667	1,81	0,1975	N.S.

Altura promedio de plantones de cacao

Fuentes	Dosis	Frecuencia	Promedios	D. S.
ME casero	d1 (5 %)	7 dias	39,67	1,1547005
		14 dias	39,33	2,3094011
	d2 (7.5 %)	7 dias	41,33	1,5275252
ME comercial	d1 (5 %)	14 dias	41,33	0,5773503
		7 dias	42,67	4,7258156
	d2 (7.5 %)	14 dias	42,33	3,7859389
		7 dias	39,67	1,5275252
Testigo		14 dias	43,00	6,0827625
			45,00	3,4641016

Anexo N° 07

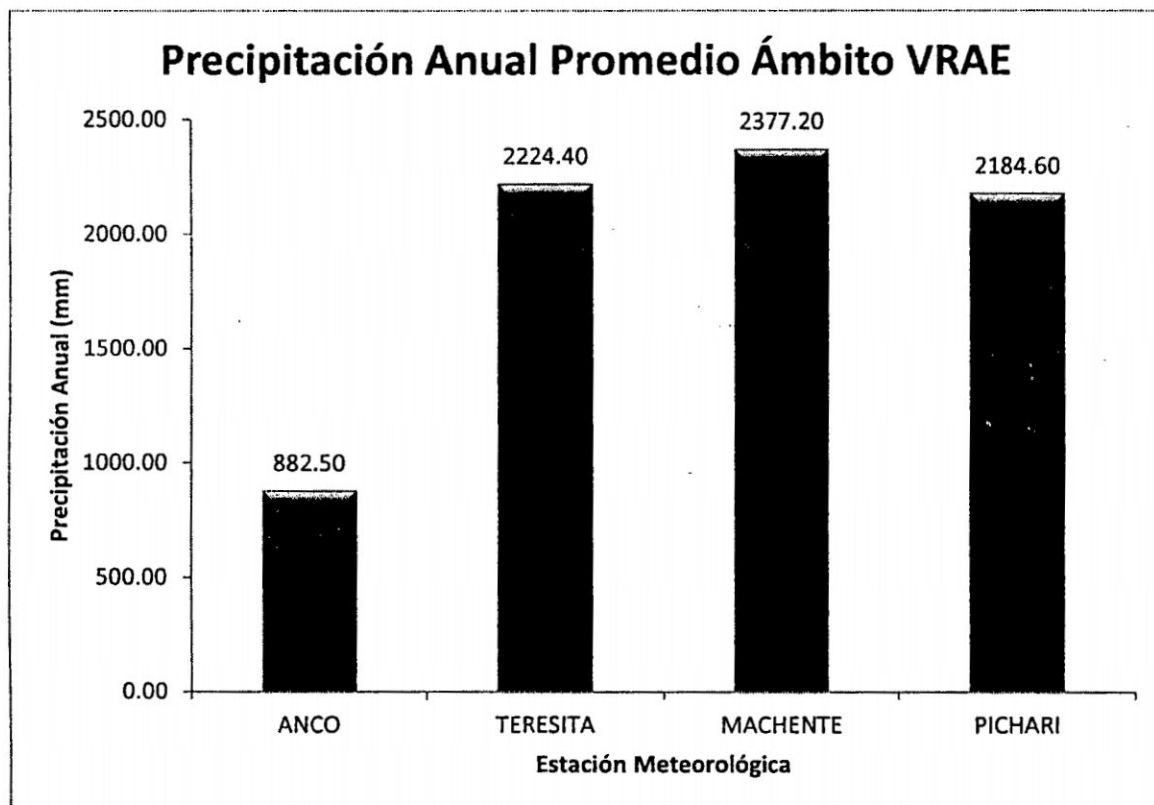
**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE SUELOS APLICADOS CON M.E CASERO Y M.E. COMERCIAL.**

TRATAMIENTO	N° BACTERIAS / GRAMO DE SUELO	N° HONGOS / GRAMO DE SUELO
M.E COMERCIAL	$7.4 \times 10^5$	$2 \times 10^5$
M.E CASERO	$8.7 \times 10^6$	$7.5 \times 10^4$
TEXTIGO	$2.7 \times 10^5$	$6.0 \times 10^4$

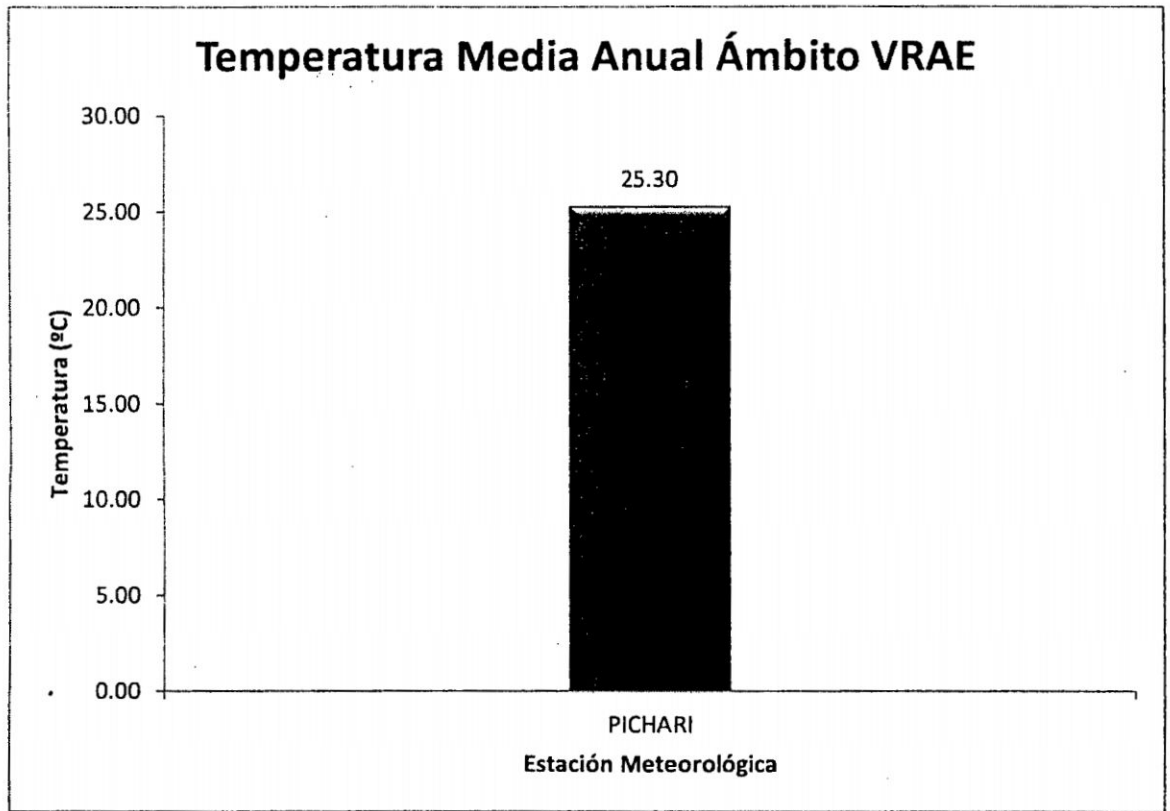
Nota: Esta evaluación fue realizada en el laboratorio de microbiología del Programa de Pastos y Ganadería de la Universidad nacional de San Cristóbal de Huamanga.

### Anexo N° 08

Datos meteorológicos: Precipitación anual promedio y Temperatura anual promedio del VRAE.



Fuente: CLIMA, Informe Temático. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Valle del Río Apurímac – IIAP- 2011.



Fuente: CLIMA, Informe Temático. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Valle del Río Apurímac – IIAP-2011.



Ayacucho - Perú

UNSCH  
CIENCIAS AGRARIAS

Región : Ayacucho  
 Provincia : La Mar  
 Distrito : Ayna - San Francisco  
 Comunidad : Las Plamas  
 Proyecto : Tesis  
 Solicitante : Efraín Mujica león  
 Tipo análisis : Fertilidad

## ANÁLISIS DE SUELO

Muestra	Análisis mecánico (%)		CLASE TEXTURAL	pH	M.O. %	Nt %	Elementos disp. (ppm)			Cationes cambiabiles (Cmol(+)/Kg)					
	Arena	Limo					Arcilla	P	K	C.E. dS/m	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>
01	35.6	21.2	43.2	5.05	4.44	0.22	5.2	46.8	--	6.3	6.9	--	--	--	17.1
02	--	--	--	5.15	4.31	0.21	6.5	67.2	--	4.9	5.5	--	--	--	16.0
03	--	--	--	4.85	3.82	0.19	2.5	35.9	--	4.4	6.1	--	--	--	14.4

01: Suelo + ME Casero  
 02: Suelo + ME Comercial  
 03: Suelo + Testigo

Ayacucho, 22 de Octubre del 2010.

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS  
 PLANTA AGROPECUARIA FERTILIZANTES  
 INVESTIGACION

*Juan B. Giron Molina*  
 C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso



Vivero instalado con plántulas de cacao en proceso de emergencia.



Embolsado de sustrato para la siembra de cacao.



Evaluación 9 de julio 2010. Plantones de cacao antes de aplicación de dosis de MB casero y comercial.



9 de julio 2010. Primera aplicación de MB casero y comercial a 8 tratamientos 7 plantones de cacao.



Segunda aplicación de MB casero y comercial a 8 tratamientos con plántones de cacao



Tercera aplicación de Dosis de MB casero y comercial a plántones de cacao



Distribución de tratamientos por bloques



Cuarta aplicación de dosis de MB casero y comercial

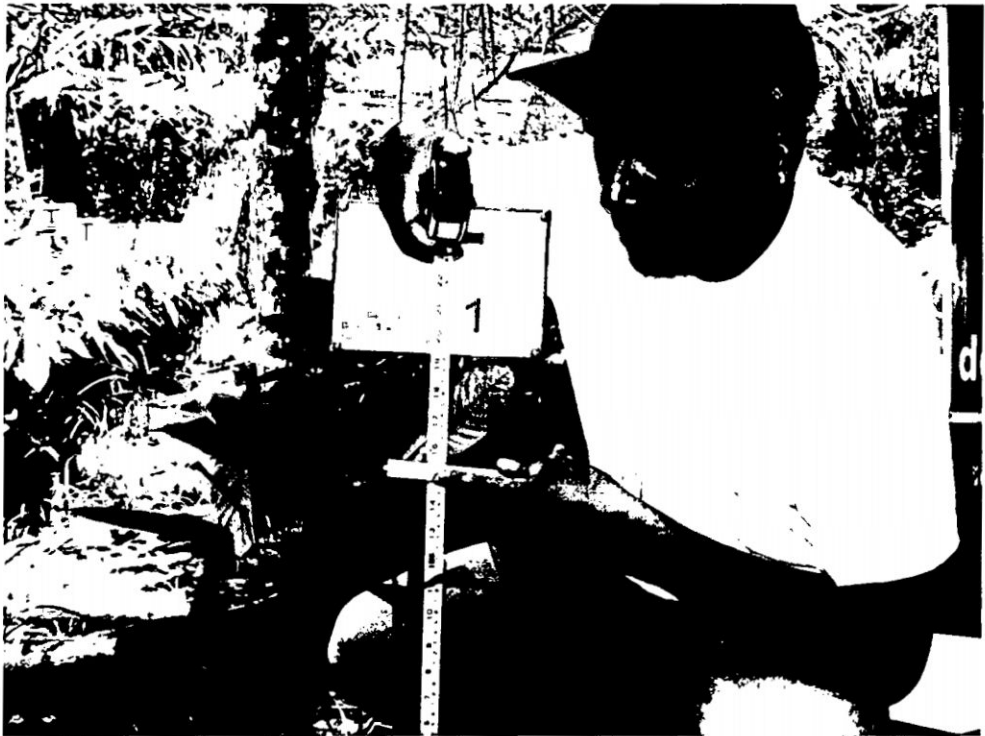


Evaluación de diámetro de tallo





Evaluación de altura de portainjertos de cacao





Micrómetro de vernier: empleado en la evaluación de diámetro



Medida tomada por debajo de la línea del cotiledón



Riego interdiario en los tres bloques



Vista panorámica del vivero experimental



Comparativo de tratamientos aplicados con MB casero y testigo



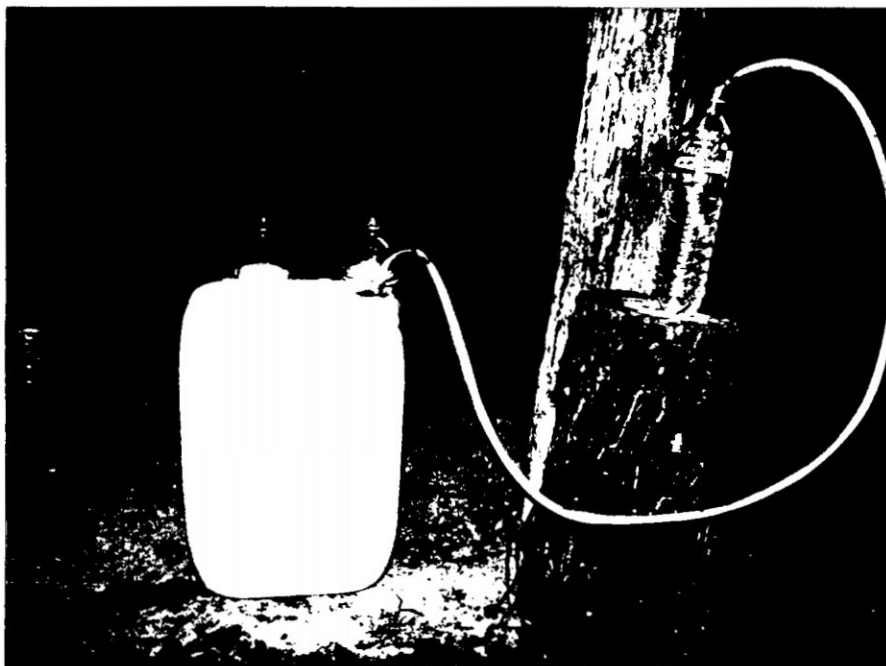
Comparativo de tratamientos aplicados con MB comercial y testigo



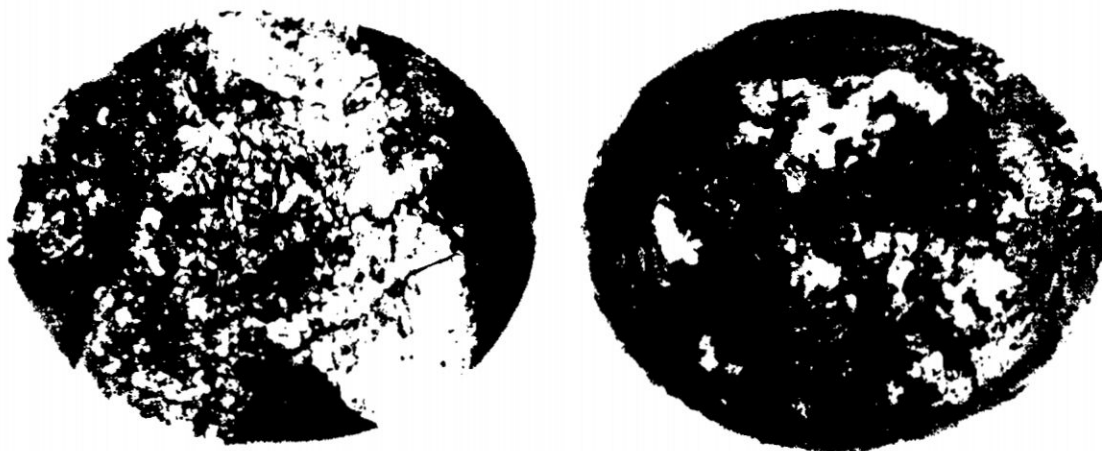
Comparativo de tratamientos aplicados con MB casero y MB comercial con testigo



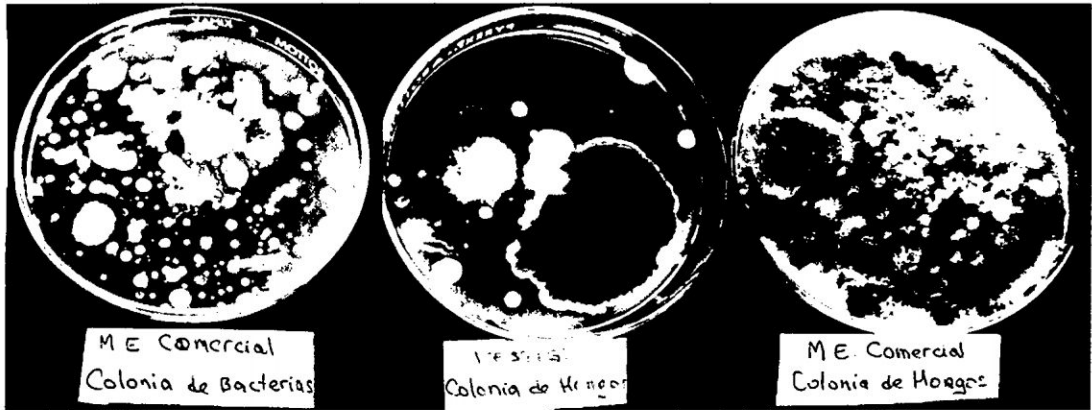
Resultados representativos de MB casero y MB comercial con testigo



Solución madre de MB casero



Muestras de colonias de microorganismos benéficos en cultivo de arroz.



Cultivos de microorganismos realizados a nivel de laboratorio