

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**Efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en Chanchamayo**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autor: Bach. Roly Kevin CARBAJAL CRUZ**

**Asesor: Mg. Julio IBAÑEZ OJEDA**

**La Merced – Perú – 2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**Efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos  
eficientes en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones  
de vivero en Chanchamayo**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Luis Antonio HUANES TOVAR**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. Iván SOTOMAYOR CÓRDOVA**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Carlos RODRIGUEZ HERRERA**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Con eterna gratitud y entrañable cariño a mis padres, quienes con su invaluable apoyo y paciencia me formaron para ser un profesional de éxito.

A mis familiares y amigos, quienes con sus consejos me apoyaron para ser un culminar mi carrera profesional.

## RECONOCIMIENTO

El presente trabajo de investigación no podría haberse realizado sin la colaboración de diferentes personas e instituciones quienes han contribuido en la cristalización del presente trabajo de investigación, particularmente:

1. A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía – Filial La Merced; por haberme albergado y haber hecho posible mi formación académica a través de las enseñanzas impartidas por los docentes.
2. A los docentes y personal administrativo de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía – Filial La Merced por las enseñanzas y consejos.
3. A mi asesor Blgo. Julio IBAÑES OJEDA, por brindarme su tiempo, conocimientos y apoyo para la realización de este trabajo de tesis.
4. A mis compañeros de clase, por haber compartido gratos momentos durante nuestra estadía en la universidad.

## RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao* L.), como producto con fines económicos, es cultivado en la mayoría de países tropicales. Es un cultivo de trópico húmedo, entre las latitudes 15° norte y 15° sur de la línea ecuatorial. Se encuentra excepcionalmente hasta en latitudes subtropicales de 23° norte y 25° sur, por lo que se establece en promedio, límites de hasta los 20° norte y 20°. El establecimiento de una buena plantación de cacao o la renovación de la misma, está afectada por diferentes factores que determinan la calidad de la plantación, estos factores son: la variedad, calidad de semilla, fertilización, riegos, tipo de suelos, control de plagas y enfermedades, etc. Sin embargo, este proceso se inicia en vivero cuando se comienza a producir los plántones en viveros que aseguren un material vegetal en buen estado fisiológico para que sobrevivan al momento de ser instalados en campo definitivo sin afectar su establecimiento y óptimo desarrollo. Para la ejecución del experimento se trabajó con 5 tratamientos con 4 repeticiones por tratamiento, distribuidos en un Diseño Completo al Azar. Los tratamientos fueron: T1 (Tierra agrícola); T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola), T3 (50 % de Gallinaza + 50 % tierra agrícola); T4 (50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola), T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola). Las variables de respuesta evaluadas fueron: altura de planta, número de hojas, grosor de tallo, peso fresco foliar, peso seco foliar, peso fresco radicular y peso seco radicular. El trabajo se enmarcó dentro siguiente objetivo: Evaluar el efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en Chanchamayo. De acuerdo a los resultados encontrados en este estudio demostraron que: la mejor altura de planta se logró con los tratamientos T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola) y T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola); con promedios de altura de planta de 47.13

y 45.88 cm respectivamente; el mejor grosor de tallo se logró con los tratamientos T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola) y T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola); con un promedio de 1.05 cm en ambos casos; la mayor cantidad de número de hojas se logró con el tratamiento T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola) y T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); con un promedio de 4.59 y 4.41 hojas respectivamente. El mayor peso fresco foliar se logró con los tratamientos T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola) y T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); con un promedio de 53.43 y 51.13 g. respectivamente. El mayor peso seco foliar se logró con los tratamientos T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola) y T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); con un promedio de 0.79, 0.77 y 0.73 g. respectivamente. El mayor peso fresco radicular se logró con el tratamiento T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); con un promedio de 7.47 g. El mayor peso seco radicular se logró con los tratamientos T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola) y T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola); con promedios de 2.67 y 2.54 g. respectivamente.

**Palabras clave:** Cacao, Materia orgánica, Microorganismos eficientes, Vivero.

## ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L.), as a product for economic purposes, is grown in most tropical countries. It is a crop of humid tropics, between latitudes 15° north and 15° south of the equatorial line. It is found exceptionally even in subtropical latitudes of 23° north and 25° south, so it is established on average, limit is up to 20° north and 20°. The establishment of a good cocoa plantation or the renewal of it, is affected by different factors that determine the quality of the plantation, these factors are: variety, seed quality, fertilization, irrigation, soil type, pest control and diseases, etc. However, this process starts in the nursery when seedlings are started in nurseries that ensure a plant material in good physiological condition so that they survive the moment they are installed in the final field without affecting their establishment and optimal development. For the execution of the experiment, we worked with 5 treatments with 4 repetitions per treatment, distributed in a Complete Random Design. The treatments were: T1 (agricultural land); T2 (50% of coffee pulp + 50% agricultural land), T3 (50% of poultry manure + 50% agricultural land); T4 (50% of island guano + 50% agricultural land), T5 (50% of livestock manure + 50% agricultural land). The response variables evaluated were plant height, number of leaves, stem thickness, fresh foliar weight, foliar dry weight, fresh root weight and dry root weight. The work was framed within the following objective: to evaluate the effect of sources of organic substrates treated with efficient microorganisms in cocoa plants (*Theobroma cacao* L) under nursery conditions in Chanchamayo. According to the results found in this study they showed that: the best plant height was achieved with T2 (50% coffee pulp + 50% agricultural land) and T5 (50% of livestock manure + 50% agricultural land ); with averages of plant height of 47.13 and 45.88 cm respectively; the best stem thickness was achieved with the T2 treatments (50%

coffee pulp + 50% agricultural land) and T5 (50% livestock manure + 50% agricultural land); with an average of 1.05 cm in both cases; the highest number of leaves was achieved with the T5 treatment (50% of livestock manure + 50% agricultural land) and T2 (50% of coffee pulp + 50% agricultural land); with an average of 4.59 and 4.41 pages respectively. The highest fresh leaf weight was achieved with the T5 treatments (50% of livestock manure + 50% agricultural land) and T2 (50% of coffee pulp + 50% agricultural land); with an average of 53.43 and 51.13 g. respectively. The highest leaf dry weight was achieved with the T5 treatments (50% of livestock manure + 50% agricultural land) and T2 (50% of coffee pulp + 50% agricultural land); with an average of 0.79, 0.77 and 0.73 g. respectively. The highest fresh root weight was achieved with the T2 treatment (50% coffee pulp + 50% agricultural land); with an average of 7.47 g. The highest co-radicular weight was achieved with the T2 treatments (50% of coffee pulp + 50% agricultural land) and T5 (50% of livestock manure + 50% agricultural land); with average s of 2.67 and 2.54 g. respectively.

**Keywords:** Cocoa, Organic material, Efficient microorganisms, Plant nursery.



## INTRODUCCIÓN

En los últimos años la producción orgánica constituye una alternativa sostenible, tanto en términos ecológicos, como económicos, aumentando la productividad de la planta y por ende los ingresos económicos de las unidades familiares, al mismo tiempo que contribuye a la protección de los recursos naturales para futuras generaciones, en los cuales los hongos juegan un papel importante para el hombre, los animales y las plantas; estos microorganismos forman parte integral de los diferentes tipos de ecosistemas en las zonas templadas y subtropicales, tropicales, participando en procesos de reciclaje de nutrientes y descomposición de la materia orgánica.

La utilización de la materia orgánica en el proceso de producción de los cultivos es conocido desde tiempos incaicos; sin embargo, su riqueza de elementos que requiere la planta es específico para cada tipo de materia orgánica por lo que es necesario determinar cuál es el efecto en la producción de plántones de cacao en vivero.

El cacao es un cultivo de gran importancia mundial. Se produce en más de 50 países y la producción en el mundo hace un total mayor a los 3 millones de toneladas anuales. En la Amazonía peruana y en particular los departamentos de Ucayali, Cusco, San Martín, Ayacucho, Junín y Huánuco, existen condiciones climáticas que favorecen el crecimiento y desarrollo del cacao. El cacao es considerado, en la actualidad como uno de los cultivos, con buenas perspectivas para el futuro, por la demanda de sus productos en el mercado nacional e internacional. También sirve como fuente de ingreso económico, a los agricultores que se dedican a esta actividad. Para obtener altos rendimientos, se requiere de tecnologías que permitan la producción de plántones de buena calidad y vigor para ser instaladas en campo definitivo o que sirvan de patrón en un proceso de injertación.

Por tal motivo este trabajo tiene el propósito el conocer el efecto de la materia orgánica tratada con microorganismos eficientes en el proceso de producción de plantones de cacao en vivero; optando así por una tecnología sana y sin residuos químicos; disminuyendo los sistemas de producción que han generado altos costos sociales y ambientales, donde el uso de los recursos naturales constituye la base de la producción agrícola, asegurando la producción de plantones de calidad producidas en vivero.

## INDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema Principal .....	3
1.3.2. Problemas específicos .....	3
1.4. Formulación de objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Justificación de la investigación.....	3
1.6. Limitaciones de la investigación .....	4

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio .....	6
2.2 Bases teóricas científicas .....	9
2.2.1 El cultivo del cacao .....	9
2.3 Definición de términos básicos .....	28
2.4 Formulación de la hipótesis.....	29
2.4.1 Hipótesis General .....	29
2.4.2 Hipótesis Especificas .....	29
2.5 Identificación de variables.....	29
2.5.1 Variable independiente.....	29
2.5.2 Variable dependiente.....	30
2.6 Definición operacional de variables e indicadores .....	30

**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1	Tipo de investigación .....	31
3.2	Métodos de investigación .....	31
3.3	Diseño de investigación.....	31
3.4	Población y muestra .....	32
	3.4.1. Población.....	32
	3.4.2. Muestra.....	32
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	32
3.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	32
3.7	Tratamiento estadístico.....	32
3.8	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	33
3.9	Orientación ética.....	33

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Descripción del trabajo de campo .....	34
	4.1.1 Lugar de ejecución .....	34
	A. Ubicación política .....	34
	B. Ubicación geográfica.....	34
	4.1.2 Materiales y equipos .....	35
	A. Materiales de campo.....	35
	B. Materiales de escritorio .....	35
	C. Equipos.....	35
	D. Insumos .....	36
	4.1.3 Tratamientos experimentales.....	36
	4.1.4 Descripción de los tratamientos .....	36
	4.1.5 Croquis de campo.....	37
	4.1.6 Evaluación de las variables .....	37
	4.1.7 Procedimiento y conducción del experimento .....	38
	A. Preparación del germinadero de cacao.....	38
	B. Construcción del tinglado.....	38
	C. Preparación del sustrato .....	38
	D. Embolsado.....	38

E. Repique .....	38
F. Riego .....	39
G. Deshierbo .....	39
H. Evaluación.....	39
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	39
4.2.1 Altura de planta.....	39
4.2.2 Grosor de tallo.....	41
4.2.3 Numero de hojas .....	42
4.2.4 Peso fresco foliar.....	43
4.2.5 Peso seco foliar .....	45
4.2.6 Peso fresco radicular .....	46
4.2.7 Peso seco radicular .....	48
4.3 Prueba de hipótesis.....	49
4.4 Discusión de resultados .....	50

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

El cacao (*Theobroma cacao* L.), como producto con fines económicos, es cultivado en la mayoría de países tropicales. Es un cultivo de trópico húmedo, entre las latitudes 15° norte y 15° sur de la línea ecuatorial. Se encuentra excepcionalmente hasta en latitudes subtropicales de 23° norte y 25° sur, por lo que se establece en promedio, límites de hasta los 20° norte y 20° sur (ENRÍQUEZ, 2004).

El establecimiento de una buena plantación de cacao o la renovación de la misma, está afectada por diferentes factores que determinan la calidad de la plantación, estos factores son: la variedad, calidad de semilla, fertilización, riegos, tipo de suelos, control de plagas y enfermedades, etc.

Sin embargo, este proceso se inicia en vivero cuando se comienza a producir los plántones en viveros que aseguren un material vegetal en buen estado fisiológico para que sobrevivan al momento de ser instalados en campo definitivo sin afectar su establecimiento y óptimo desarrollo.

A este nivel la importancia de la calidad del sustrato que se utilice para producir los plantones es de suma importancia, ya que es este sustrato el que determina la calidad de plantones que se desea llevar a campo.

Asimismo, en este sustrato el papel de la materia orgánica cumple un rol muy importante como un factor que influye en las características físicas y químicas del suelo y por su gran efecto como promotores del desarrollo radical en las plántulas de cacao. Es por ello que en la medida en que se utilice una buena calidad de materia orgánica, ésta influirá en la producción de plantones de cacao en vivero, de allí que nace la necesidad de estudiar diferentes tipos de materia orgánica tratadas con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao en vivero.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

Luego de haber descrito la problemática del estudio, la investigación se ha delimitado en los siguientes aspectos:

### **- Delimitación espacial**

Región Junín, Provincia y Distrito de Chanchamayo, dentro de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Filial La Merced.

### **- Delimitación temporal**

Corresponde al período 2017.

### **- Delimitación social**

Para la realización de esta investigación se trabajó con participación del personal de campo de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Filial La Merced.

### **- Delimitación conceptual**

La investigación comprende dos variables:

La variable independiente:

- Los sustratos orgánicos tratados con Microorganismos eficientes.

y la variable dependiente:

- La producción de plántones de cacao en vivero.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema Principal**

¿Cuál es el efecto de fuentes de sustratos orgánicos

#### **1.3.2. Problemas específicos**

tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en Chanchamayo?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en Chanchamayo.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en las variables de crecimiento vegetativo en plantas de cacao en vivero.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

### **1.5. Justificación de la investigación**

En los últimos años la producción orgánica constituye una alternativa sostenible, tanto en términos ecológicos, como económicos, aumentando la productividad de la planta y por ende los ingresos económicos de las unidades familiares, al mismo tiempo que contribuye a la protección de los recursos naturales para futuras



generaciones, en los cuales los hongos juegan un papel importante para el hombre, los animales y las plantas; estos microorganismos forman parte integral de los diferentes tipos de ecosistemas en las zonas templadas y subtropicales, tropicales, participando en procesos de reciclaje de nutrientes y descomposición de la materia orgánica.

La utilización de la materia orgánica en el proceso de producción de los cultivos es conocido desde tiempos incaicos, sin embargo, su riqueza de elementos que requiere la planta es específico para cada tipo de materia orgánica por lo que es necesario determinar cuál es el efecto en la producción de plantones de cacao en vivero.

Por tal motivo este trabajo tiene el propósito el conocer el efecto de la materia orgánica tratada con microorganismos eficientes en el proceso de producción de plantones de cacao en vivero; optando así por una tecnología sana y sin residuos químicos; disminuyendo los sistemas de producción que han generado altos costos sociales y ambientales, donde el uso de los recursos naturales constituye la base de la producción agrícola, asegurando la producción de plantones de calidad producidas en vivero para ser llevadas a campo definitivo donde lograrán una sobrevivencia o para el proceso de injertación.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

La investigación se limita a conocer el efecto de la materia orgánica tratada con microorganismos eficientes en el proceso de producción de plantones de cacao en vivero. La investigación no precisa el efecto de los microorganismos eficientes en la materia orgánica, muy de lo contrario se limita a discutir el efecto de la materia orgánica tratada con los microorganismos eficientes en el desarrollo de la planta de

cacao. Asimismo, el presupuesto es otra limitación al que se enfrentó el trabajo de investigación, debido a que sus ejecuciones fueron autofinanciadas.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de estudio**

Merino (2013), manifiesta que, en el experimento que realizó en el vivero del de la Selva, en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, entre agosto a diciembre del 2010, con el objetivo de evaluar el efecto nutricional de los abonos orgánicos mediante la adición de aislamiento casero de microorganismos eficientes de bosques (MEB) y uno de formulación comercial (MEC®) en el crecimiento de plántones de cacao CCN - 51, bajo condiciones de vivero. Para tal efecto se aplicó 200 g de abonos del tipo bocashi, gaicashi y compost con y sin procesamiento de MEB y MEC® a cada unidad experimental que constaba de una bolsa de vivero de 1000 ce de capacidad total. En total el experimento constó de 11 tratamientos. Se evaluó el porcentaje de germinación, altura de plantas, diámetro de tallos, número de hojas, volumen de raíces, peso fresco y seco e incidencia de enfermedades logrando determinar que ninguno de los tratamientos tiene influencia en la germinación de las semillas y volumen radicular; sin embargo, existen diferencias significativas en los otros

parámetros evaluados. Así mismo del análisis nutricional el compost sólo y con incorporación de los microorganismos (MEC® y MEB) registran los menores contenidos nutricionales respecto a los otros tipos de abonos, mientras que los tratamientos con abonos orgánicos con y sin incorporación microorganismos (MEC® y MEB) y fertilización con NPK superan estadísticamente sólo al testigo (solo suelo), expresando una reducción del 50%. El costo de preparación de una tonelada de compost es de aproximadamente de SI. 400.00 (compost) y S/. 800.00 (bocashi y gaicashi) Nuevos Soles (tipo de cambio \$. 2,8 USA).

Yanez (2013), Manifiesta que en la investigación que realizó en el Centro de Investigación, Postgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica, el propósito fue comprobar que el compost, elaborado con EM (microorganismos eficientes) mejora su calidad, y luego de su aplicación conocer el grado de eficiencia en la brotación de semilla de Frutepan *Artocarpus altilis*, cacao *Theobroma cacao* L. y Naranja Washington *Citrus cinensis*. El campo experimental está ubicado en la provincia de Napo, con clima ecuatorial, a 1° 16 'y 36 '' S, longitud: 77° 58'y 76'' W, altitud: 775 msnm, con una temperatura entre 18 y 32oC, la precipitación promedio anual supera los 3000mm y la humedad relativa entre 87 y 89%. Se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se capturaron EMas " in situ ", luego de reproducirles se determinó que la mayor carga microbiológica correspondía a las bacterias fototróficas, estos EMas y las bacterias del ácido láctico fueron obtenidos a nivel artesanal y las levaduras adquiridas comercialmente, se determinó que aceleran el proceso de compostaje y eliminan microorganismos patógenos por efecto de las altas temperaturas. En la brotación de semillas se comprobó disminuir el número de días a la germinación 33 días en frutepan y

naranja y 13 días en cacao, igualmente se elevó el número de plantas emergidas, a 90 en el caso de frutepan y naranja, y 91,67 en cacao, así como se redujo los días al trasplante a 116,26 para la naranja Washington, de 87.47 para cacao y 117.86 para frutepan.

Chavez (2018), manifiesta que en el trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la disponibilidad de fósforo en el suelo y en el tejido de la planta, la variación de pH y el rendimiento de Cacao dentro de un manejo orgánico del cultivo. Se utilizó el Diseño en Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y 3 repeticiones; los tratamientos fueron constituidos por 3 dosis de microorganismos de suelo: 15 L. ha<sup>-1</sup> , 30 L.ha<sup>-1</sup> y 45 L.ha<sup>-1</sup> , adquiridos en el Programa de Pastos, el testigo fue sólo con aplicación de roca fosfórica, distribuidos al azar en tres repeticiones. Se realizaron dos aplicaciones, la primera al momento de la instalación del trabajo de investigación acompañada de la roca fosfórica y la segunda a los 3 meses. Se recolectaron las muestras de los diferentes tratamientos a los seis meses y luego llevados al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNSCH. Los resultados encontrados permiten arribar a las siguientes conclusiones: Las diferentes dosis de microorganismo tuvieron un efecto solubilizante sobre la roca fosfórica y se tradujo en mayor fósforo disponible incluyendo el tratamiento testigo; este hecho se debió a que los microorganismos autóctonos tienen buen efecto en la solubilización de la roca fosfórica al de los tratamientos. El pH presentó variaciones significativas mostrando el rango más bajo con el tratamiento T2 (15 L. ha<sup>-1</sup>) y el rango más alto con el tratamiento T4 (45 L. ha<sup>-1</sup>). Se logró mayor rendimiento de Cacao con el tratamiento T4 (45 L.ha<sup>-1</sup> de microorganismos eficientes) con 2105.4 kg.ha<sup>-1</sup>.

## **2.2 Bases teóricas científicas**

### **2.2.1 El cultivo del cacao**

#### **A. Origen**

El cultivo de cacao tuvo su origen en América, pero aún no se ha podido identificar con exactitud el lugar puntual ni su distribución. Aun hoy en día sigue siendo un tema de discusión.

Algunos autores indican que el cultivo de cacao se inició en México y América Central y señalan al mismo tiempo que los españoles no lo vieron cultivado en América del Sur cuando arribaron a este continente, lo encontraron creciendo en forma natural en muchos bosques a lo largo de los ríos Amazonas y Orinoco y sus afluentes, donde aún hoy existen tipos genéticos de un alto valor.

#### **B. Importancia**

##### **a. Social**

El cacao es una fuente importante de ingresos para las familias productoras a la vez que lo utilizan para su alimentación ya que forma parte de una gran variedad de alimentos además es un aporte importante a la soberanía alimentaria, porque contiene nutrientes esenciales para el sano desarrollo de las familias, no requiere de grandes inversiones económicas para su establecimiento y manejo lo que lo convierte en una buena alternativa productiva.

##### **b. Ambiental**

Tanto los arboles de cacao como las especies utilizadas como sombra permanente protegen el suelo de la erosión y de la proliferación de

malezas lo que conlleva a reducir su control, a la vez mantienen un clima equilibrado dentro de la plantación, las hojas al caer se descomponen y contribuyen a mejorar el contenido de materia orgánica del suelo, permite que exista una mayor infiltración de agua en el suelo, ayudan a restaurar los mantos acuíferos además de proteger las cuencas hidrográficas. Si se utilizan leguminosas como arboles de sombra se fija nitrógeno en el suelo. Además, los sistemas productivos de cacao son hábitat y refugio de la biodiversidad.

### **c. Económica**

Para las familias productoras es un buen negocio producir y vender cacao debido a que es un cultivo que siempre tiene demanda, su precio en el mercado es estable a diferencia de otros cultivos como el café o el frijol que además de tener precios variables enfrentan mayores riesgos de pérdida de la producción especialmente en el trópico húmedo.

### **C. Requerimientos edafoclimaticos**

Las condiciones climáticas que afectan el óptimo desarrollo del cacao son principalmente la temperatura y la lluvia; no siendo menos el efecto del viento fuerte, la luz, radiación solar y la humedad relativa. Se adapta muy bien desde 0 msnm hasta los 800 msnm.

El mejor desarrollo del cacao se manifiesta en temperaturas promedio anuales de 21°C. Las temperaturas muy altas o bajas pueden llegar a producir alteraciones fisiológicas en el árbol. La temperatura ejerce su efecto en la formación de las flores.

En cuanto a la precipitación el cacao es muy sensible a los escasos de agua, así como su exceso la precipitación debe de ser de 1,500 a 2,500 mm al año. Los suelos deben estar provistos de prácticas que favorezcan la evacuación del exceso de agua.

El viento fuerte incide en el desecamiento, muerte y caída de las hojas afectando así la capacidad de alimentarse de la planta, en zonas donde existe este problema deben de colocarse cortinas rompeviento para evitar los daños.

Su requerimiento en suelos se puede hacer mención que prefiere los suelos ricos en materia orgánica, profundos, franco arcilloso con buen drenaje y topografía regular. Son ideales para el buen desarrollo del árbol; pero el cacao es un cultivo que se adapta a una variedad de suelo que van desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limosas con pH de 4 a 7.

#### **D. Descripción botánica**

El cacao es un árbol que puede alcanzar una altura de 6 a 8 m, posee un sistema radicular principalmente pivotante el cual busca las capas inferiores del suelo hacia los mantos freáticos, posee a la vez raíces primarias y secundarias que crecen horizontalmente.

- **El tallo** Las plantas de cacao, reproducidas por semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que puede alcanzar 1 a 2 metros de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales. A este conjunto de ramas se le llama comúnmente verticilio u horqueta.



- **Las hojas** adultas son de color verde, de lámina simple, entera de forma que va desde lanceoladas o casi ovaladas, con una nervadura pinnada y ambas superficies glabras. Las hojas cuando jóvenes son muy delicadas por lo que son apetecidas por los insectos y dañadas por el viento poseen un color verde pálido y al alcanzar su madures hacen el cambio de color.
- **La flor** del cacao es hermafrodita es decir cuenta con ambos sexos, su polinización es estrictamente entomófila, para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. El día siguiente en horas de la mañana la flor ya está abierta en su totalidad.
- **El fruto** es conocido botánicamente como una drupa; pero generalmente se le conoce como mazorca. El tamaño y la forma dependen en gran medida de las características genéticas de la planta, el medio ambiente, así como el manejo de la plantación.

#### **E. Variedades**

Actualmente en el mundo existe una gran cantidad de variedades, la riqueza genética con la que se cuenta es muy amplia; aunque originalmente solo existían dos tipos: el criollo y el forastero, el cruce de estas dos especies ha dado origen al trinitario.

**a. Cacao Criollo o dulce:** su origen se centra principalmente en Centroamérica, Colombia y Venezuela, entre las características más sobresalientes se menciona que el fruto posee una cascara suave, con 10 surcos profundos con otro de menor profundidad, su curvatura es borroñosa y termina en una punta delgada. La cascara es de color

blanco o violeta, las semillas son dulces y de ellas se elabora el cacao denominado fino.

**b. Cacao Forastero o amargo:** su principal centro de origen se limita a la zona de América del sur y es el más cultivado tanto en África como en Brasil. Entre sus características se cita que posee una cascara dura y más o menos lisa, de apariencia redondeada y la cascara suele ser de color verde a amarillo. Las semillas son aplanadas de color morado y sabor amargo.

**c. Cacao Trinitario:** esta variedad surge del cruce de la variedad criolla y forastero las mazorcas por lo general son de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que el de las otras variedades; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. Actualmente es la variedad más cultivada en el mundo.

## **F. Plagas y enfermedades**

### **a. Plagas**

Dentro de las plagas que causan daño en el cultivo de cacao podemos mencionar un gran número de plagas como la gallina ciega que afecta principalmente la raíz, las tortugillas, gusanos peludos, gusanos nocheros y grillos. Estas plagas no son difíciles de controlar con la aplicación de repelentes a base de chile, ajo o cebolla se logran ahuyentar a acepción de la gallina ciega que su método de control es más complicado por vivir en el suelo.

### **b. Enfermedades**

- **Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)**

Esta enfermedad es producida por un hongo, el cual ataca únicamente a los frutos (mazorcas) en cualquier momento de su crecimiento, su daño principal se produce en los granos, llegando a causar la pérdida de toda la producción. La forma en la cual se transmite es a través del viento o la lluvia y por la manipulación de frutos enfermos en la parcela.

Para hacer un control eficiente de la enfermedad se recomienda:

- Cortar los frutos enfermos cada 8 días, para evitar que el hongo se desarrolle, estos frutos se entierran en el suelo, para que se pudran rápidamente así evitamos que se siga diseminando la enfermedad.
- Realizar tres podas de mantenimiento de las plantas de cacao en el año, para que exista una mayor entrada de luz del sol y aire y seque así al hongo.
- Podar los árboles de sombra que tengan ramas bajas o eliminar si existe mucha sombra.
- Hacer zanjas si existe mucho encharcamiento.
- **La mazorca negra (*Phytophthora palmivora*)**

Es un hongo muy diferente al que produce la moniliasis, este ataca a las plantas en todas las etapas de crecimiento desde: la raíz, ramas, retoños, flores y frutos. Vive principalmente en el suelo y se transmite por la lluvia y herramientas sin desinfectar.

Su daño se presenta como manchas de color café oscuro o chocolate con bordes parejos que se ponen más oscuros y crecen hasta cubrir todo el fruto, los cuales se vuelven blandos. El mecanismo de control a

utilizar es el mismo que para moniliasis así que si lo realizamos prevenimos dos enfermedades importantes.

## **G. Establecimiento y manejo del vivero**

Para el establecimiento de un cultivo de cacao con técnicas agroecológicas es necesario de llevar un seguimiento desde la preparación de la semilla, siembra en almacigo y manejo del vivero (con la finalidad de asegurar plantas de excelente calidad; su comienzo es importante), debido a que nos aseguramos de llevar plantas sanas y vigorosas a campo. A continuación, se presentan los pasos que se siguieron para su establecimiento.

### **a. Selección del fruto**

Actualmente en América existen tres variedades principales (criollo, forastero y trinitario), cada uno posee sus características en su semilla ya sea por calidad, tamaño, contenido de grasa, sabor, olor también se seleccionan las que sean resistentes a plagas y enfermedades. Y resistente a plagas y enfermedades. Por lo que la selección debe de ser muy minuciosa para encontrar esas características deseadas. Al momento que ya hemos encontrado esas características se procede a la identificación de árboles que no tengan problemas en la plantación con plagas u enfermedades tan nocivas como la moniliacis o la mazorca negra al igual los frutos no deben de presentar daños por plagas u enfermedades, estos tienen que encontrarse en un estado fisiológico maduro, además de poseer forma y tamaño aceptables.

### **b. Extracción de la semilla**

Cuando se hayan seleccionado los frutos de los que se extraerá la semilla estos deben de ser puestos al menos 3 días a que maduren un poco más, posteriormente se procede a despulpar el fruto para extraer las semillas que aun contienen un mucílago blanco, este se deja fermentar para facilitar la extracción de la semilla o colocarlos en cajas con tela metálica para frotarlos con sumo cuidado para evitar dañar el embrión, hasta lograr desprender el mucílago.

Cuando se ha logrado obtener las semillas son puestas a secar al sol por un periodo no mayor a 2 días siempre evitando un sobre secado que puede dañar al embrión y disminuir de esta manera la viabilidad de las semillas.

#### **c. Selección de las semillas**

Posterior al secado sigue un paso importante el cual es la selección de las semillas estas al igual que el fruto no deben de presentar daños en el exterior ya sea por producto de plagas o enfermedades o que estén sobre secadas, estas deberán ser colocadas en un lugar fresco y seco evitando almacenarlas por mucho tiempo ya que perderían su poder germinativo y solo se almacenan mientras se prepara el vivero para su siembra.

#### **d. Vivero**

##### **- Sombra**

Lo primordial en los viveros de Cacao es la sombra permanente ya que por ser una especie umbrofila que necesita de un 70% de sombra para crecer y desarrollarse, hay dos tipos importantes de sombra que se pueden emplear la sombra natural o artificial. Natural podemos hacer

uso de un espacio que se ubique bajo la sombra de árboles grandes y densos en nuestras fincas. Artificial haciendo uso de ramadas o telas, para lo cual se requiere colocar postes.

- **Almacigo**

En esta área se puede obtener un mayor número de plantas germinadas; el cantero se hace con arena como sustrato el cual es desinfectado con agua caliente y 1 ml de lejía por litro de agua, al momento de la siembra, las semillas se colocan a una distancia de 2 cm. entre ellas de forma vertical con la zona de emergencia de la raíz puesta sobre el sustrato y cubiertas con una capa delgada de hojarasca que permita mantener la humedad del sustrato.

- **Trasplante a bolsa**

- **Siembra directa a bolsa**

Para el llenado de las bolsas se puede utilizar la relación de sustrato disponible utilizando una relación de 80% tierra negra y 20% de hojarasca, se puede obtener buenos resultados en el desarrollo de las plantas; con la siembra directa se evita producir estrés al momento del trasplante y a la vez se evita dañar el sistema radicular con este sistema, este método presenta la desventaja que no todas las semillas germinan y algunas son atacadas por el mal del talluelo generando la pérdida de las plantas y recurriendo a labores de trasplante.

- **Fertilización**

El cacao es un cultivo que responde muy bien a las fertilizaciones con abonos orgánicos en las instalaciones del CIETTA se realizó la aplicación de 15 gr. de abono bokashi que ahí se elabora, aplicándose

una vez por mes este fue incorporado al sustrato. La aplicación de abonos foliares también contribuye al buen desarrollo de las plantas.

- **Riego**

Durante toda la etapa de vivero el riego es necesario constantemente más si se está produciendo plantas durante la estación seca, en el momento que lleguen las primeras lluvias se suspende el riego y se aprovecha el agua de lluvia. Hay que tener extremo cuidado de reducir el encharcamiento en el vivero y contar con un sistema de drenaje adecuado ya que suelos sobresaturados afectan el desarrollo de las plantas.

- **Control de plagas**

En la etapa de vivero el cacao se ve afectado por el ataque de un gran número de insectos tanto en el follaje como en el sistema radicular, para un control eficiente de las plagas, el uso de técnicas agroecológicas permite mantener a los controladores biológicos de los insectos plaga sin causarles daño, con aplicaciones de repelentes orgánicos en el momento oportuno, se reduce la incidencia de plagas en el follaje. Cuando se produce un daño muy perceptible, se puede utilizar repelentes a base de cebolla morada y ajo macerados reposados 12 horas en agua para ahuyentar a los insectos desfoliadores su aplicación se realiza con bomba de mochila y para los insectos chupadores la incorporación de chiles macerados a la mezcla ejerce el mismo efecto. Para controlar las plagas del suelo se hace necesario la aplicación de *Beauveria bassiana* ó *Metharizium*, los cuales son hongo que mata a los insectos del suelo, estos se aplican directamente al sustrato y regarlo

para que se filtre y haga contacto con los insectos. Existe una gran diversidad de productos que se pueden utilizar como repelentes orgánicos además de los ya antes mencionados otras alternativas para el control de plagas del suelo son: Nim, Marigol, Epacina, aserrín de Conacaste negro y barbasco.

- **Control de enfermedades**

La aplicación de fungicidas orgánicos permite la obtención de plantas sanas sin contaminar el medio ambiente, la aplicación de caldo bórdeles a razón de ½ litro por bombada al mes es una práctica que permite mantener a las plantas libres de patógenos aunque su aplicación solo se debe de realizar si existe un daño marcado en las plantas. El buen manejo de sombra, humedad y densidad de siembra puede evitar el uso de correctivos, reduciendo de esta manera los costos.

**e. Trasplante o establecimiento en campo**

- **Sombra**

Para asegurar un buen porcentaje de éxito al momento del trasplante los arbolitos se colocan a una sombra de al menos 50% de paso de luz que permita su adaptación al cambio. Si en el área a sembrar de cacao no existe árboles que proporcionen sombra se deberá de colocar sombra temporal cinco meses antes de la siembra del cacao mientras crecen los árboles de sombra.

Entre los árboles de sombra temporal se pueden mencionar: plátano (2 x 2 m), yuca, (1 x 1 m) y 30 o 40 días antes realizar una siembra de maíz o gandul como sombra inicial; el asocio permite obtener otros ingresos mientras comienza la producción del cacao.



En el caso de árboles de sombra permanentes se pueden establecer al mismo tiempo que la siembra de la sombra temporal, entre ellos tenemos: frutales como mango, aguacate, coco, zapote, paterno y forestales como laurel, cedro, caoba, entre otros.

Estos árboles al igual que la sombra del café requieren de manejo, realizando podas sanitarias y de formación y que permitan el paso de luz deseada. En el caso de los árboles de sombra no se recomienda sembrar una sola especie, es preferible diversificar las parcelas para aprovechar al máximo el terreno.

#### **H. Limpieza y delimitación del terreno**

Para eliminar la competencia por otras hierbas se realiza una limpieza manual de ellas, lo cual permite que se incorporen como materia orgánica, creando una especie de mulch, esto protege el suelo contra la erosión, reduce la germinación de nueva maleza y mantiene la humedad del suelo. Ya limpio se delimita el área con las dimensiones deseadas del cacao 3 x 3 m, 4 x 4 m, 5 x 5 m dependiendo de la finalidad del cultivo.

#### **I. Beneficio del cacao**

En el cultivo de cacao el beneficio constituye una parte fundamental y decisiva para obtener buena calidad del grano, y permitir su correcta comercialización en el mercado nacional e internacional. Con un beneficio adecuado se desarrollan en la almendra los principios fundamentales del sabor, el aroma y la calidad, lo que determina en gran medida su condición de finos y aromáticos, es decir la calidad del producto final (Arciniegas 2005). Este se puede definir como la serie de operaciones sucesivas que comienzan con la cosecha y apertura de las mazorcas maduras para la

obtención de los granos (desgrane), continúa con la fermentación, secado y limpieza, terminando con la selección, clasificación y almacenamiento del grano (Rodríguez de Sindoni 2006).

**a) Recolección:** solo se debe cosechar frutos maduros, las mazorcas verdes no se deben recolectar porque el grano sin madurez origina un producto de sabor amargo, mayor astringencia y acidez debido a que las sustancias azucaradas que cubren el grano aún no se encuentran en óptimas condiciones para el desarrollo de los procesos bioquímicos que se llevan a cabo durante la fermentación. Generalmente la madurez de la mazorca se aprecia por el cambio de color, así las verdes (inmaduras) se tornan amarillas al madurar, las rojas (inmaduras) cambian a anaranjadas o a un color próximo al anaranjado o al bermejo. En donde el cambio de pigmentación no es aparente, como el clon ICS-95, golpean ligeramente las mazorcas, al estar maduras emiten un sonido hueco ya que los granos y la pulpa están desprendidos de las paredes. Otra forma es raspando la superficie, si aparece un color amarillo está maduro. La cosecha se realiza con cuchillos, machetes y el instrumento conocido como "desgarretadera" (Rodríguez de Sindoni 2006, Pinzón y Rojas 2008).

**b) Partida y desgrane de las mazorcas:** después de la recolección de las mazorcas, se amontonan, separándose las que pueden estar enfermas y las que no hayan alcanzado el grado de madurez requerido. Al partir las mazorcas es de gran importancia evitar causar daños mecánicos a las almendras, pues quedarán predispuestas al ataque de hongos e insectos, y los granos que lleguen al final del proceso, presentarán un

aspecto defectuoso que alterará la calidad del producto. Esta labor se puede realizar con herramientas como: machete corto, un mazo de madera, partidor de lámina sin filo y en algunos casos con máquinas (Arciniegas 2005, Pinzón y Rojas 2008). El tiempo entre la cosecha y el desgrane de las mazorcas altera las propiedades químicas de los granos (Fariñas *et al.* 2000, Torres *et al.* 2004). La extracción de las semillas de la cáscara se denomina desgranada y se hace deslizando los dedos de la mano a lo largo de la placenta o vena central de la mazorca, evitando extraerla para no mezclarla con los granos de cacao, pues constituye una impureza que perjudica la calidad del producto (Arciniegas 2005, Pinzón y Rojas 2008).

**c) Fermentación:** Paso fundamental que comprende la eliminación de la baba o mucílago del cacao y la formación, dentro de la almendra, de las sustancias precursoras del sabor y aroma del chocolate. Durante el proceso una adecuada aireación es un requisito fundamental para que esta sea satisfactoria, la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad causan la muerte del embrión. En Brasil se reporta un ensayo utilizando levaduras (*Kluyveromyces marxianus*) para mejorar este proceso. La duración del sistema de fermentación depende de la variedad, y por ejemplo no debe ser mayor de tres días para los cacaos "Criollos" y de ocho días para los cacaos "Forasteros" (Paredes *et al.* 2004, Arciniegas 2005, Leal *et al.* 2008, Pinzón y Rojas 2008).

**d) Secado:** proceso durante el cual las almendras disminuyen el contenido de agua, la acidez y la astringencia características importantes de

calidad. Se busca que la almendra alcance humedades cercanas al 7% (FEDECACAO 2004, Arciniegas 2005). En un ensayo de mezclas de cacaos tipos criollo y forastero, donde se evaluó la superficie secado, sin remover y removiendo los granos cada 1 y 0,5 h por 4 d, se observó que el color no varió al modificar las condiciones del secado, en cambio los granos partidos aumentaron al incrementar la rugosidad del piso y la remoción; en tanto que los porcentajes de cáscara y de granos múltiples disminuyeron al remover con mayor frecuencia. De igual manera se observó que las características químicas no fueron afectadas por la textura del piso, ni por la frecuencia de remoción utilizadas en el secado al sol de los granos de cacao (Ortíz de Bertorelli *et al.* 2004).

**e) Clasificación:** se realiza una vez terminado el proceso de beneficio y consiste en tomar una muestra de cacao al azar y se cortan los granos longitudinalmente por la mitad, con el fin de exponer la máxima superficie de los cotiledones, el número de granos para la muestra varía con las normas de cada país. Según FUNDER (2007), los estándares contra los cuales se mide el cacao en el mundo son los de Ghana, en el cual se clasifican sobre la base de la cuenta de los granos defectuosos en la prueba de corte. Los granos defectuosos no deben exceder los siguientes límites:

- ***Grado I***

- Granos mohosos, máximo 3%;
- Granos pizarrosos, máximo 3%;
- Granos planos, germinados o dañados por insectos, máximo en total 3%.

- **Grado II**

- Granos mohosos, máximo 4%;
- Granos pizarrosos, máximo 8%;
- Granos planos, germinados o dañados por insectos, máximo 6% en total.

En cuanto a los parámetros de calidad del cacao se pueden contemplar de dos tipos:

(1) Las características físicas como tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa y

(2) Las características organolépticas de las almendras que están otorgadas por el sabor, el cual está determinado por el gusto y el aroma, y estos aspectos dependen de los efectos combinados del genotipo, de los factores edafo-climáticos, del manejo agronómico recibido en la plantación y de la tecnología post-cosecha utilizada (Cros 2000, Sukha *et al.* 2002).

## **J. Factores modificantes calidad del cacao**

De acuerdo a Reyes *et al.* (1999), existen cinco factores que determinan la calidad de la almendra de cacao: (1) el genotipo; (2) el clima; (3) los suelos donde se cultiva; (4) el manejo agronómico y fitosanitario que se ofrezca a la plantación y (5) la tecnología que se emplee para el beneficio.

### **a. Influencia del genotipo**

Cros (2000), reporta que la aplicación de un mismo protocolo de preparación de los cacaos permitió evidenciar destacables diferencias aromáticas entre las variedades Forastero, Trinitario y las variedades híbridas. Al comparar dos clones por sus contenidos de fenoles y

antocianinas, Niemenak *et al.* (2006) encontraron que el contenido total de estos compuestos dependía del genotipo, tanto en grano fresco como fermentado. Sin embargo, la formación de ácidos libres no depende del genotipo (Tagro *et al.* 2008). Igualmente, el contenido de grasa es un rasgo probablemente independiente del genotipo, pero la selección para aumentar el tamaño del grano podría conducir a la selección de genotipos de alto rendimiento en grasa (Toxopeous 1995, Khan *et al.* 2008). Contrario a lo sugerido por Sukha *et al.* (2002), quien menciona que el genotipo influye sobre el contenido de grasa la cual puede variar entre un 48 y 60%.

El peso de la almendra el cual depende del tamaño de la semilla y el porcentaje de testa, son características que pueden ser influenciados por el genotipo cultivado (Sukha *et al.* 2002). El sabor, es igualmente afectado por el tipo de material sembrado, aunque también depende de la tecnología postcosecha que se utilice, como lo demostró Clapperton *et al.* (1994) al utilizar la prefermentación, que consiste en almacenar los frutos durante varios días después de cosechados (cinco a diez días), originando dentro de éste una serie de procesos bioquímicos, algunos de los cuales permiten mejorar el sabor de las almendras luego que éstas sufren el proceso de fermentación.

#### **b. Influencia de condiciones edafoclimáticas**

Reyes *et al.* (1999) menciona que el clon Ocumare 61, presentó variación en el índice de semilla siendo éste menor cuando se sembró en una región seca comparado con el índice obtenido en una región húmeda. Temperaturas altas durante el período de formación de los

frutos, causa maduración prematura y las semillas formadas serán más pequeñas, esto afecta también el contenido de manteca en la almendra y su punto de fusión, el cual está relacionado con la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados, siendo esta relación mayor en temporadas cálidas, obteniéndose por lo tanto mantecas duras con punto de fusión alto. A nivel mundial, se ha demostrado que la fertilidad del suelo puede tener influencia sobre el tamaño de la semilla, donde los suelos fértiles producen semillas de mayor tamaño que las producidas en suelos pobres.

## **K. Alternativas para el manejo agroecológico del Cacao**

La agroecología surge como resultado de la crisis ambiental, donde al fin nos damos cuenta de que los recursos que tiene el planeta son finitos, por lo que no se puede crecer en forma infinita, si no que se debe mantener la capacidad del ecosistema de satisfacer nuestras necesidades.

Entra el concepto de sostenibilidad con de respeto de las generaciones futuras. La problemática de la crisis ambiental presiona a los diferentes sectores para tomar acciones inmediatas a fin de reducir el daño medio ambiental al mínimo.

### **a. Bocashi**

La elaboración de abonos tipo Bocashi se basa en un proceso de descomposición aeróbica de residuos orgánicos a temperaturas controladas, esto a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos, que en condiciones favorables de humedad y aireación producen abonos muy asimilables por las plantas.

Una de las prácticas con las que se ha obtenido buenos resultados en agricultura sostenible ha sido con la fabricación y uso de este abono, inventado por los japoneses y que significa "Abono fermentado".

A continuación se detalla brevemente sobre los materiales que se pueden usar, proceso de elaboración y usos de este producto orgánico.

- Tierra negra
- Gallinaza
- Miel de purga
- Levadura
- Estiércol de ganado
- Cachaza
- Pulimento de arroz
- Ceniza
- Cal
- Pulpa de café
- Granza de arroz

#### **b)Caldo bordalés**

Este caldo es muy utilizado para corregir deficiencias nutricionales de azufre y calcio, pero su principal uso es para el control de enfermedades fungosas y bacteriales de cultivos, está elaborado a base de Cal viva o hidratada y sulfato de cobre.

---

Nota. - Se colocan en capas, se humedecen y voltean diariamente por 15 días. Además, se pueden utilizar los recursos locales para su fabricación.



### 2.3 Definición de términos básicos

- **Cacao.** - El cacao es un árbol americano de origen amazónico, conocido también como cacaotero, ya que por cacao se refiere normalmente al fruto que da dicho árbol, o incluso al producto del secado y la fermentación de las semillas de dicho fruto. Se trata de un árbol de hoja perenne, siempre en floración, que requiere de climas húmedos y calurosos. Suele medir alrededor de 7 metros si es cultivado y por encima de 20 en la naturaleza. El fruto del cacaotero, llamado “mazorca”, es una baya grande y ovalada, carnosa, cuya coloración tiende del amarillo a la púrpura, y de unos 30 cm de largo. Dentro de cada mazorca de cacao se encuentran entre 30 y 40 semillas, incrustadas en una pulpa. El fruto puede pesar unos 450 gramos al madurar, cosa que empieza a ocurrir a los cuatro o cinco años de vida del árbol.
- **Materia orgánica.** - La materia orgánica es toda aquella compuesta químicamente en torno al carbono como sus átomos fundamentales, razón por la cual se conoce a la química orgánica como la “química del carbono”. Así, cuando hablamos de materia orgánica nos referimos a la que está vinculada con la vida: la que conforma los cuerpos de los seres vivos, así como la mayoría de sus sustancias y materiales de desecho. Al mismo tiempo, en términos geológicos, la materia orgánica constituye la capa primera del suelo, compuesta por restos en descomposición de seres vivos, como plantas, animales y residuos que brindan diversos nutrientes a los organismos productores, como la vegetación. Los suelos más fértiles son justamente aquellos con mayor presencia de materia orgánica.
- **Microorganismos eficientes.**- Los Microorganismos Eficientes (*Effective Microorganisms*) son un cultivo tecnológico que junta distintas especies de

microorganismos beneficiosos aeróbicos (organismos que pueden vivir con oxígeno) y anaeróbicos (organismos que no necesitan oxígeno para vivir). Sembrados en un medio líquido, esta combinación inteligente contiene alrededor de ochenta tipos de microorganismos, siendo mayoritariamente bacterias fototrópicas o fotosintéticas, bacterias del ácido láctico, hongos y levaduras de fermentación, y actinomicetos; microorganismos muy integrados en la cultura humana, ya que se llevan utilizando en la preparación de alimentos y en la medicina desde la antigüedad.

- **Vivero.**- Del latín vivarium, un vivero es una instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas. Los viveros cuentan con diferentes clases de infraestructuras según su tamaño y características.

## **2.4 Formulación de la hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

- La aplicación de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao en vivero, permite la producción de plantas de calidad óptimos para su trasplante en campo definitivo o para procesos de injertación.

### **2.4.2 Hipótesis Específicas**

- La aplicación de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao en vivero, no permite la producción de plantas de calidad óptimos para su trasplante en campo definitivo o para procesos de injertación.

## **2.5 Identificación de variables**

### **2.5.1 Variable independiente**

- Sustratos orgánicos tratados con Microorganismos eficientes.

## 2.5.2 Variable dependiente

- Producción de plántones de cacao en vivero.

## 2.6 Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Dimensión	Indicador
<b>Independiente:</b> Sustratos orgánicos tratados con Microorganismos eficientes.	Tierra agrícola	%
	50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola	%
	50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola	%
	50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola	%
	50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola	%
<b>Dependiente:</b> Producción de plántones de cacao en vivero.	Altura de planta	cm.
	Grosor de tallo	cm.
	Número de hojas	Unid.
	Peso fresco foliar	g.
	Peso seco foliar	g.
	Peso fresco radicular	g.
	Peso seco radicular	g

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación al que pertenece el presente proyecto es el experimental básica.

#### **3.2 Métodos de investigación**

El método de investigación utilizado en el presente proyecto es el método inductivo - deductivo.

#### **3.3 Diseño de investigación**

El diseño experimental empleado en el presente trabajo de investigación fue el Diseño Completo al Azar con 5 tratamientos por tratamiento.

##### **3.3.1 Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es una observación cualquiera.

$\mu$  = Media poblacional.

$t_i$  = Efecto del nivel i-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ijk}$ = Error experimental.

### 3.3.2 Análisis de variancia

<b>F. de V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	4					
Error	15					
<b>Total</b>	19					
s =	$\bar{x}$ =		C.V.=			

De existir diferencias significativas en el ANVA se realizará la Prueba de Significación de t ( $\alpha = 0.5$ ) y para clasificar los tratamientos se realizará la Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.5$ ).

### 3.4 Población y muestra

#### 3.4.1. Población

La Población estuvo compuesta por 100 plantas de cacao.

#### 3.4.2. Muestra

Para el presente trabajo de investigación la muestra estará compuesta de 2 plantas por unidad experimental haciendo un total de 40 plantas.

### 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La principal técnica que se utilizó en el desarrollo de la investigación fue la observación y el principal instrumento de recolección de datos que se utilizó fueron las fichas de colección de datos.

### 3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El análisis de los datos se realizó mediante el análisis de varianza y su procesamiento de los datos se realizó en el software estadístico SPSS.

### 3.7 Tratamiento estadístico

Para comparar los promedios de los tratamientos y poder clasificarlos, se aplicó la prueba de significación de Duncan (5%).

### **3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

La validación del instrumento de colección de datos se realizó a través de consulta de expertos.

<b>Consultor</b>	<b>Experto</b>	<b>Valoración del instrumento</b>
<b>1</b>	M.Sc. Karina Marmolejo Gutarra	90 %
<b>2</b>	M.Sc. Carlos Rodriguez Herrera	88 %
<b>3</b>	Ing. Iván Sotomayor Córdova	89 %

Es así que a juicio de expertos la ficha de colección de datos presentó en promedio un coeficiente de valoración del 89%.

### **3.9 Orientación ética**

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

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1 Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Vivero de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía – Filial La Merced de la UNDAC.

##### **A. Ubicación política**

- Región : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : Chanchamayo
- Lugar : Campo Experimental UNDAC

Filial La Merced

##### **B. Ubicación geográfica**

- Latitud sur : 11° 03' 00'' del Ecuador
- Longitud oeste : 75° 18' 15''
- Altitud : de 851 m.s.n.m.

#### **4.1.2 Materiales y equipos**

##### **A. Materiales de campo**

- Tablero
- Fichas de datos
- Tijera de podar
- Cuchillo
- Chafle o machete
- Cinta métrica
- Baldes
- Cordel
- Bolsas

##### **B. Materiales de escritorio**

- Libreta de campo
- Lápiz
- Reglas
- Plumones
- Lapiceros
- Papel bond 75 gr.
- Resaltador
- CD's
- USB
- Plumón indeleble

##### **C. Equipos**

- Computadora



- Impresora
- Cámara digital
- GPS de mano
- Balanza
- Vernier
- pH metro
- Mochila asperjadora

#### **D. Insumos**

- Microorganismos eficientes
- Melaza
- Materia orgánica
- Semilla

#### **4.1.3 Tratamientos experimentales**

- Tierra agrícola
- 50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola
- 50 % de Gallinaza + 50 % tierra agrícola
- 50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola
- 50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola

#### **4.1.4 Descripción de los tratamientos**

<b>No. de tratamiento</b>	<b>Tratamiento</b>
<b>T1</b>	Tierra agrícola
<b>T2</b>	50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola
<b>T3</b>	50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola
<b>T4</b>	50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola
<b>T5</b>	50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola

#### 4.1.5 Croquis de campo

<b>T1</b>	<b>T4</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>
<b>T3</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>
<b>T5</b>	<b>T3</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>
<b>T2</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T5</b>

#### 4.1.6 Evaluación de las variables

- **Altura de planta (cm).**- Se medirá desde el cuello de la planta hasta el ápice de la planta en los diferentes periodos de evaluación.
- **Grosor de tallo (cm).**- Se medirá el grosor del tallo a una altura de 5 cm. Desde el cuello de la planta.
- **Número de hojas.** - Se contará el número de hojas en cada periodo de evaluación.
- **Peso fresco foliar (g).**- Se pesará el área foliar fresco y se hallará el peso promedio de fresco foliar.

- **Peso seco foliar (g.)**.- Se pesará el área foliar seco y se hallará el peso promedio.
- **Peso fresco radicular (g.)**.- Se pesará el área radicular fresco y se hallará el peso promedio.
- **Peso seco radicular (g.)**.- Se pesará el área foliar seco y se hallará el peso promedio.

#### **4.1.7 Procedimiento y conducción del experimento**

##### **A. Preparación del germinadero de cacao**

Para la ejecución del presente experimento se tuvo un área de 150m<sup>2</sup>.

##### **B. Construcción del tinglado**

Luego de limpiar el terreno, se procedió a la plantación de postes, que nos permitieron construir un tinglado, usando una malla rashell de 80% de sombra y para tenzar la malla se utilizó alambre número 12.

##### **C. Preparación del sustrato**

Se preparó los sustratos de acuerdo a los tratamientos planteados y luego se trataron con los microorganismos eficientes, dejándolos listos para la siguiente fase.

##### **D. Embolsado**

Los sustratos preparados y tratados se embolsaron y acomodaron de acuerdo a la distribución en el croquis experimental.

##### **E. Repique**

Cuando las semillas de cacao hubieron germinado y estuvieron listas para el repique, las plántulas fueron sacadas del germinador para repicarlos en las bolsas preparadas y acomodadas.

## F. Riego

Se realizó de manera continua para mantener la humedad necesaria del suelo.

## G. Deshierbo

Para mantener las bolsas libres de malezas quienes compiten con el cultivo por nutrientes, luz y agua se ejecutó esta actividad según la necesidad del cultivo.

## H. Evaluación

La evaluación de las variables se registró en una ficha de datos, luego se ordenaron dejándolos listos para su procesamiento.

## 4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1 Altura de planta

**Cuadro 01:** Análisis de Varianza para altura de planta

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	707.375	176.844	7.073	3.056	4.893	**
Error	15	375.063	25.004				
Total	19	1082.438					
		S= 5.000	$\bar{x}$ = 39.38		C.V.= 12.70		

En el cuadro No. 01, análisis de varianza para la variable altura de planta se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 12.70% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que la altura de plantas

dentro de cada tratamiento es homogénea, con un promedio de altura de planta de 39.38 cm.

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos nos indica que al menos uno de los sustratos orgánicos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los diferentes sustratos orgánicos tienen efecto sobre la variable altura de planta.

**Cuadro 02:** Prueba de significación de Duncan al 5%

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación		
1	T2	47.13	A		
2	T5	45.88	A		
3	T3	35.88		B	
4	T1	35.50		B	
5	T4	32.50		B	

En el cuadro No 02, prueba de significación de Duncan al 5% para la variable altura de planta se observa la presencia de 2 categorías, la categoría A conformada por el tratamiento T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola) y el tratamiento T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola) y la categoría B conformada por el tratamiento T3 (50 % de Gallinaza + 50 % tierra agrícola), tratamiento T1 (Tierra agrícola) y el tratamiento T4 (50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola).

La presencia de 3 categorías nos indica que existe diferencia estadística entre los sustratos orgánicos para la variable altura de planta.

#### 4.2.2 Grosor de tallo

**Cuadro 03:** Análisis de Varianza para grosor de tallo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	0.141	0.035	12.064	3.056	4.893	**
Error	15	0.044	0.003				
Total	19	0.185					
	S =	0.054	$\bar{x}$ =	0.96	C.V. =	5.66	

En el cuadro No. 03, análisis de varianza para la variable grosor de tallo se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 5.66% es considerado según Calzada Benza como coeficiente excelente, lo que nos indica que el grosor de tallo dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de grosor de tallo de 0.96 cm.

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos nos indica que al menos uno de los sustratos orgánicos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los diferentes sustratos orgánicos tienen efecto sobre la variable grosor de tallo.

**Cuadro 04:** Prueba de significación de Duncan al 5%

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación		
1	T2	1.05	A		
2	T5	1.05	A		
3	T1	0.95		B	
4	T3	0.86			C
5	T4	0.86			C

En el cuadro No 04, prueba de significación de Duncan al 5% para la variable grosor de tallo se observa la presencia de 3 categorías, la categoría A conformada por el tratamiento T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola) y el tratamiento T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola); la categoría B conformada por el tratamiento T1 (Tierra agrícola); y la categoría C conformada por el tratamiento T3 (50 % de Gallinaza + 50 % tierra agrícola) y el tratamiento T4 (50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola).

La presencia de 2 categorías nos indica que existe diferencia estadística entre los sustratos orgánicos para la variable grosor de tallo.

#### 4.2.3 Numero de hojas

**Cuadro 05:** Análisis de Varianza para número de hojas

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	2.168	0.542	9.071	3.056	4.893	**
Error	15	0.896	0.060				
Total	19	3.064					
		S = 0.244	$\bar{x}$ = 4.11	C.V. = 5.95			

En el cuadro No. 05, análisis de varianza para la variable número de hojas se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 5.95% es considerado según Calzada Benza como coeficiente excelente, lo que nos indica que el número de hojas dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de número de hojas de 4.11 hojas.

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos nos indica que al menos uno de los sustratos orgánicos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los diferentes sustratos orgánicos tienen efecto sobre la variable número de hojas.

**Cuadro 06:** Prueba de significación de Duncan al 5%

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación		
1	T5	4.59	A		
2	T2	4.41	A		
3	T4	3.87		B	
4	T1	3.87		B	
5	T3	3.80		B	

En el cuadro No 06, prueba de significación de Duncan al 5% para la variable número de hojas se observa la presencia de 2 categorías, la categoría A conformada por el tratamiento T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola) y el tratamiento T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola) y la categoría B conformada por el tratamiento T4 (50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola), tratamiento T3 (50 % de Gallinaza + 50 % tierra agrícola) y el tratamiento T1 (Tierra agrícola).

#### 4.2.4 Peso fresco foliar

**Cuadro 07:** Análisis de Varianza para peso fresco foliar

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	1280.452	320.113	14.919	3.056	4.893	**
Error	15	321.856	21.457				
Total	19	1602.308					
		S = 4.632	$\bar{x}$ = 42.86	C.V. = 10.81			



En el cuadro No. 07, análisis de varianza para la variable peso fresco foliar se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 10.81% es considerado según Calzada Benza como coeficiente excelente, lo que nos indica que el peso fresco foliar dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de número de hojas de 42.86 g.

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos nos indica que al menos uno de los sustratos orgánicos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los diferentes sustratos orgánicos tienen efecto sobre la variable peso fresco foliar.

**Cuadro 08:** Prueba de significación de Duncan al 5%

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación		
1	T5	53.43	A		
2	T2	51.13	A		
3	T1	39.59		B	
4	T3	37.14		B	
5	T4	33.03		B	

En el cuadro No 08, prueba de significación de Duncan al 5% para la variable peso fresco foliar se observa la presencia de 2 categorías, la categoría A conformada por los tratamientos T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola) y el tratamiento T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); y la categoría B conformada por los tratamientos T1 (Tierra agrícola), tratamiento T3 (50 % de Gallinaza + 50 % tierra agrícola) y el tratamiento T4 (50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola).

La presencia de 2 categorías nos indica que existe diferencia estadística entre los sustratos orgánicos para la variable peso fresco foliar.

#### 4.2.5 Peso seco foliar

**Cuadro 09:** Análisis de Varianza para peso seco foliar

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	144.671	36.168	12.880	3.056	4.893	**
Error	15	42.121	2.808				
Total	19	186.792					
		S= 1.676	$\bar{x}$ = 13.32	C.V.= 12.58			

En el cuadro No. 09, análisis de varianza para la variable peso seco foliar se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 12.58% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que el peso seco foliar dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de peso seco foliar de 13.32 g.

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos nos indica que al menos uno de los sustratos orgánicos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los diferentes sustratos orgánicos tienen efecto sobre la variable peso seco foliar.

**Cuadro 10:** Prueba de significación de Duncan al 5%

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación		
1	T5	16.90	A		
2	T2	16.24	A		
3	T1	11.79		B	
4	T3	11.13		B	
5	T4	10.55		B	

En el cuadro No 10, prueba de significación de Duncan al 5% para la variable peso seco foliar se observa la presencia de 2 categorías, la categoría A conformada por los tratamientos T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola) y el tratamiento T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); y la categoría B conformada por los tratamientos T1 (Tierra agrícola), tratamiento T3 (50 % de Gallinaza + 50 % tierra agrícola) y el tratamiento T4 (50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola). La presencia de 2 categorías nos indica que existe diferencia estadística entre los sustratos orgánicos para la variable peso seco foliar.

#### 4.2.6 Peso fresco radicular

**Cuadro 11:** Análisis de Varianza para peso fresco radicular

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	14.954	3.739	4.364	3.056	4.893	*
Error	15	12.850	0.857				
Total	19	27.804					
		S = 0.926	$\bar{x}$ = 6.10	C.V. = 15.18			

En el cuadro No. 11, análisis de varianza para la variable peso fresco radicular se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística significativa.

El coeficiente de variabilidad de 15.18% es considerado según Calzada Benza como coeficiente bueno, lo que nos indica que el peso fresco radicular dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de peso fresco radicular de 6.10 g.

La significación estadística en la fuente de tratamientos nos indica que al menos uno de los sustratos orgánicos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los diferentes sustratos orgánicos tienen efecto sobre la variable peso fresco radicular.

**Cuadro 12:** Prueba de significación de Duncan al 5%

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación		
1	T2	7.47	A		
2	T5	6.73	A	B	
3	T1	5.64		B	C
4	T3	5.46		B	C
5	T4	5.18			C

En el cuadro No 12, prueba de significación de Duncan al 5% para la variable peso fresco radicular se observa la presencia de 4 categorías, la categoría A conformada por el tratamiento T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); la categoría AB conformada por el tratamiento T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola), la categoría BC conformada por el tratamiento T1 (Tierra agrícola) y el tratamiento T3 (50 % de Gallinaza + 50 % tierra agrícola) y la categoría C conformada por el tratamiento T4 (50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola). La presencia de 4 categorías nos

indica que existe diferencia estadística entre los sustratos orgánicos para la variable peso fresco radicular.

#### 4.2.7 Peso seco radicular

**Cuadro 13:** Análisis de Varianza para peso seco radicular

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	2.358	0.589	7.018	3.056	4.893	**
Error	15	1.260	0.084				
Total	19	3.618					
		S= 0.290	$\bar{x}$ = 2.19	C.V.= 13.25			

En el cuadro No. 13, análisis de varianza para la variable peso seco radicular se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 13.25% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que el peso seco radicular dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de peso seco radicular de 2.19 g.

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos nos indica que al menos uno de los sustratos orgánicos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los diferentes sustratos orgánicos tienen efecto sobre la variable peso seco radicular.

**Cuadro 14:** Prueba de significación de Duncan al 5%

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación		
1	T2	2.67	A		
2	T5	2.54	A		
3	T1	1.97		B	
4	T4	1.88		B	
5	T3	1.88		B	

En el cuadro No 14, prueba de significación de Duncan al 5% para la variable peso seco radicular se observa la presencia de 2 categorías, la categoría A conformada por los tratamientos T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola) y por el tratamiento T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola); la categoría B conformada por el tratamiento T1 (Tierra agrícola), tratamiento T4 (50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola) y tratamiento T3 (50 % de Gallinaza + 50 % tierra agrícola).

La presencia de 2 categorías nos indica que existe diferencia estadística entre los sustratos orgánicos para la variable peso seco radicular.

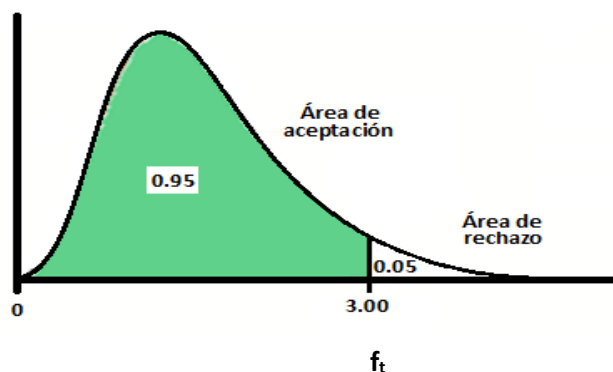
### 4.3 Prueba de hipótesis

Se plantea la hipótesis estadística, así tenemos:

**H<sub>0</sub>:** *Todas las medias de los tratamientos son iguales*

**H<sub>a</sub>:** *Al menos una media de un tratamiento es diferente.*

#### 4.3.1 Regla de decisión



Si  $f \leq$  valor de tabla, se acepta la  $H_0$ , y se rechaza la  $H_a$

Si  $f >$  valor de tabla, se rechaza la  $H_0$ , y se acepta la  $H_a$

<b>Variable</b>	<b><math>f_{cal}</math></b>	<b><math>f_{tab}</math></b>	<b>Decisión</b>
Altura de planta	7.073	3.056	<i>Se rechaza la <math>H_0</math></i>
Grosor de tallo	12.064	3.056	<i>Se rechaza la <math>H_0</math></i>
Número de hojas	9.071	3.056	<i>Se rechaza la <math>H_0</math></i>
Peso fresco foliar	14.919	3.056	<i>Se rechaza la <math>H_0</math></i>
Peso seco foliar	12.880	3.056	<i>Se rechaza la <math>H_0</math></i>
Peso fresco radicular	4.364	3.056	<i>Se rechaza la <math>H_0</math></i>
Peso seco radicular	7.018	3.056	<i>Se rechaza la <math>H_0</math></i>

#### **4.4 Discusión de resultados**

En la presente investigación, se evaluó el efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en Chanchamayo. A partir del análisis de varianza realizados a las variables en estudio (Altura de planta, grosor de tallo, número de hojas, peso fresco foliar, peso seco foliar, peso fresco radicular, peso seco radicular), se determinó que todas las medias de los tratamientos son diferentes en todas las variables estudiadas, estas diferencias se deben principalmente a los efectos de los microorganismos en el suelo, los cuales están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. La presencia de los sustratos tratados con los microorganismos eficientes 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. Asimismo, 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.



## CONCLUSIONES

- La mejor altura de planta se logró con los tratamientos T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola) y T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola); con promedios de altura de planta de 47.13 y 45.88 cm respectivamente.
- El mejor grosor de tallo se logró con los tratamientos T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola) y T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola); con un promedio de 1.05 cm en ambos casos.
- La mayor cantidad de número de hojas se logró con el tratamiento T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola) y T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); con un promedio de 4.59 y 4.41 hojas respectivamente.
- El mayor peso fresco foliar se logró con los tratamientos T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola) y T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); con un promedio de 53.43 y 51.13 g. respectivamente.
- El mayor peso seco foliar se logró con los tratamientos T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola) y T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); con un promedio de 0.79, 0.77 y 0.73 g. respectivamente.
- El mayor peso fresco radicular se logró con el tratamiento T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola); con un promedio de 7.47 g.
- El mayor peso seco radicular se logró con los tratamientos T2 (50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola) y T5 (50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola); con promedios de 2.67 y 2.54 g. respectivamente.

## **RECOMENDACIONES**

1. Continuar con trabajos de investigación similares buscando estandarizar el tipo de sustrato orgánico más óptimo en plantas de cacao en condiciones de vivero.
2. Promover la utilización de sustratos orgánicos en plantas de cacao en condiciones de vivero a fin de lograr plantas de buen porte para la fase de instalación en campo definitivo.
3. Promover el cultivo de cacao en Selva Central debido a que este cultivo es muy apreciado por los consumidores por sus cualidades alimenticias y su buen precio en el mercado.

## **BIBLIOGRAFIA**

- CORPOICA, 2007.** Escalamiento, validación y ajuste de tecnologías para la producción masiva de plantas clonales de cacao. CO. 78 p.
- EDUDIS, s.f.** Patagonia. Museo virtual (en línea). (Consultado en octubre del 2012).  
Disponible en: <http://www.unp.edu.ar/museovirtual/Algasmarinas/aplagricu.htm>
- ENRÍQUEZ, G. 2004.** “Cacao orgánico”. Guía de productores ecuatorianos. INIAP, manual N° 54. EC. pp. 5-12.
- INFOAGRO, s.f.** Las algas en la agricultura: su uso como fertilizante (en línea). (Consultado en septiembre 30 del 2012). Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/algas.htm>
- INIAP AMAZONIA, s.f.** Unidad de recursos. Manual N° 76. s.p.
- LIGNOQUIM, 2012.** Nutrir es vida. Guayaquil, EC. 31 p.
- MAGAP, 2006.** s.f. Informativo público demostrativo sobre el cultivo de cacao (en línea). Disponible en: [www.magap.gob.ec](http://www.magap.gob.ec).
- MANUAL DEL CULTIVO DE CACAO, s.f.** Congreso de productores de cacao, Guayaquil, EC.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DE PERÚ, 2004.** “Manual del cultivo de cacao”. Programa para el desarrollo de la Amazonia PROAMAZONIA. PE, pp. 8-24.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR, 2001.** “Identificación de Mercados y Tecnología para Productores Agrícolas Tradicionales de Exportación”. EC. pp. 3-7.

**MUNDO VERDE, 2008.** Fossil Shell Agro: Fertilizante orgánico. Guayaquil, EC.

(Consultado el 1 octubre del 2016). Disponible en:

<http://www.mundoverde.com.ec/pages/productosAgriculturahtm>

**MURRAY, DB; COPE, FW. 1955.** Augustine Trinidad. pp. 37-42.

**PALENCIA, CG; GÓMEZ, SR; MEJIA, FL. 2003.** Producción masiva de materiales clonales de cacao (*Theobroma cacao* L.). CO. 58 p.

**SUSTRATO, s.f.** Informativo público demostrativo sobre los sustratos para viveros (en línea). Disponible en: [r59475.pdf.sustratovivero.pdf](#). (Consultado el 19 septiembre del 2016).

## **ANEXO**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Proyecto: “Efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en Chanchamayo”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>General:</b></li> <li>- ¿Cuál es el efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) bajo condiciones de vivero en Chanchamayo?</li> <li>- <b>Específicos:</b></li> <li>- ¿Cuál es el efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en las variables de crecimiento vegetativo en plantas de cacao en vivero?</li> <li>- ¿Cuál es el análisis económico de los tratamientos en estudio?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Objetivo general:</b></li> <li>- Evaluar el efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) bajo condiciones de vivero en Chanchamayo.</li> <li>- <b>Objetivos específicos:</b></li> <li>- Evaluar el efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en las variables de crecimiento vegetativo en plantas de cacao en vivero.</li> <li>- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Nula:</b></li> <li>- La aplicación de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao en vivero, permite la producción de plantas de calidad óptimas para su trasplante en campo definitivo o para procesos de injertación.</li> <li>- <b>Alternativa:</b></li> <li>- La aplicación de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao en vivero, no permite la producción de plantas de calidad óptimas para su trasplante en campo definitivo o para procesos de injertación de microorganismos eficientes (ME) en el cultivo de cacao.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Variable independiente</b></li> <li>- Sustratos orgánicos tratados con Microorganismos eficientes.</li> <li>- <b>Variable dependiente</b></li> <li>- Producción de plántulas de cacao en vivero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tierra agrícola</li> <li>- 50 % de Pulpa de café + 50 % tierra agrícola</li> <li>- 50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola</li> <li>- 50 % de Guano de isla + 50 % tierra agrícola</li> <li>- 50 % de Estiércol ganado + 50 % tierra agrícola</li> <li>- Altura de planta (cm).</li> <li>- Grosor de tallo (cm).</li> <li>- Número de hojas (Unid).</li> <li>- Peso fresco foliar (g).</li> <li>- Peso seco foliar (g).</li> <li>- Peso fresco radicular (g)</li> <li>- Peso seco radicular (g)</li> </ul>



**Foto N° 1.** Semillas de cacao



**Foto N° 2.** Siembra de semillas



**Foto N° 3.** Distribución de los tratamientos



**Foto N° 4.** Rotulado de los tratamientos