

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA  
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CACAO (*Theobroma cacao*) A NIVEL DE  
VIVERO**

**POR:**

**EDDYN JOSUÉ ANDRADE**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**



**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS, C.A.**

**DICIEMBRE, 2013**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA  
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CACAO (*Theobroma cacao*) A NIVEL DE  
VIVERO**

**POR:**

**EDDYN JOSUÉ ANDRADE**

**ESMELYM OBED PADILLA, M.Sc.**

**Asesor Principal**

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA  
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**

**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS, C.A.**

**DICIEMBRE, 2013**

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS TODOPODEROSO**

Sin su ayuda nada hubiese sido posible y por darme las fuerzas necesarias para salir adelante y poder cumplir mis metas, brindándome la sabiduría y paciencia para enfrentar todos los obstáculos que en el transcurrir se me presentaron sobre todo darme la salud necesaria para seguir y contar con el amor de mi familia. Por nunca dejarme de su mano.

### **A MIS PADRES**

**Erasmus Velásquez Gavarrete** le dedico este triunfo por brindarme apoyo moral, económico y espiritual, a ti padre que no estás físicamente pero siempre te llevo aquí en mi corazón se que desde lo más alto me ha bendecido y me ha guiado por el buen camino, **Belma Odilid Andrade** a ti por estar siempre a mi lado en todo momento, por apoyarme en todo momento que lo necesité, quienes han sido mi sustento, mis fuerzas y mi inspiración para seguir adelante.

### **A MIS HERMANOS**

Edgar Alonzo, Mary Nohelia, Rony David, Roger Alexander por creer en mí, por darme ese cariño en todo momento que lo necesité, por ser mi inspiración.

### **AMI FAMILIA**

A toda mi familia por su apoyo espiritual y moral en todo momento de mi vida, a mis tios, tias, primos, primas, por sus deseos de verme superado, por todos sus consejos, a Lissy por hacer de mi vida y mi estadía en la Universidad muy feliz

## **AGRADECIMIENTO**

### **A DIOS TODOPODEROSO**

Reconozco que nadie más pudo regalarme y mostrarme su amor en todo momento, brindarme sabiduría, paciencia e inteligencia para alcanzar este gran sueño.

### **A MIS QUERIDOS PADRES**

Erasmus Velásquez Gavarrete y Belma Odilid Andrade por mostrarme su amor y darme esta gran herencia, por darme la guía en la vida que se convirtió en la ruta encaminándome hacia el éxito.

### **A MIS COMPAÑEROS DE LA CLASE GENESIS**

Por formar parte de mi vida estudiantil y permitir vivir momentos de felicidad.

### **AL M.Sc. ESMELYM OBED PADILLA**

Por facilitarme las herramientas de formación necesarias y culminar de la mejor manera esta investigación.

### **AL GRUPO DE MONTA DE LA U.N.A**

Más que un grupo de monta fue un grupo de hermanos que estuvimos dispuestos a dar nuestras vidas en cada presentación, gracias por permitir muchas tardes, noches de alegrías y destrezas demostrando lo mejor por donde nos presentamos como grupo de la U.N.A. El Zorro, El Desorden, Patacón, El Rejo, El Gavilán Valdez, Capichi, Compai, Sompopo, Tomi, de su papá Zoca.

## **A MIS AMIGOS**

Ale Pacuso, Rashel Campana, Josué Calamardo, por su amistad en las buenas y malas, por compartir tiempos de felicidad y tristeza.

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	ix
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	2
2.1 General .....	2
2.2 Específicos .....	2
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
3.1 Variedades o Tipos Principales de Cacao .....	3
3.1.2 Cacao Criollo o Dulce .....	3
3.1.3 Cacao Amargo o Forastero .....	3
3.1.4 Cacao Variedad Trinitaria .....	4
3.2 Propagación de cacao por injerto .....	4
3.2.1 Ventajas del injerto .....	4
3.2.2 Desventajas del injerto en Cacao .....	5
3.2.3 Producción de plantas por injerto .....	5
3.3 Propagación por semilla .....	7
3.3.1 Producción de Plantas en viveros .....	7
3.3.2 Producción de plantas por semillas .....	7
3.3.3 Primer momento: Establecimiento del vivero .....	8
3.3.4 Segundo momento: Manejo del vivero .....	10
3.4 Los sustratos .....	11
3.4.1 Funciones básica que debe cumplir un sustrato .....	12
3.4.2 Características de los sustratos .....	12
3.4.3 Características físicas y su importancia .....	13
3.4.4 Características químicas de los sustratos .....	14
3.4.5 Propiedades biológicas de los sustratos .....	14

3.4.6	Otras propiedades.....	14
3.5	Criterios para la selección de sustratos .....	15
3.5.1	Los sustratos orgánicos.....	16
3.5.2	Beneficios de los Abonos Orgánicos.....	16
3.5.3	Gallinaza.....	17
3.5.4	Gallinaza de piso.....	17
3.5.5	Gallinaza de jaula.....	17
3.5.6	La gallinaza como abono orgánico.....	18
3.5.7	Recomendaciones.....	19
3.6	Compostaje.....	20
3.6.1	Proceso de compostaje.....	20
3.6.2	Las materias primas del compost.....	21
3.6.3	El Lombricompost.....	22
3.6.4	El Proceso de lombricompostaje.....	23
3.6.5	Alimentación.....	24
3.6.6	Cosecha.....	25
3.6.7	Recomendaciones.....	26
3.7	Estiércol de Bovino .....	27
3.8	Cerdaza .....	28
3.9	Sustratos a utilizar en el experimento .....	29
3.9.1	Compost de cascarilla de arroz.....	29
3.9.2	Lombricompost a base de Pulpa de café.....	31
3.9.3	Lombricompost de estiércol de ganado.....	31
3.9.4	Aserrín viejo descompuesto.....	32
3.9.5	Suelo.....	32
3.9.6	Suelo con dosis de fertilizante químico 18-46-0.....	33
3.9.7	Compost de leguminosas.....	34
<b>IV.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODO.....</b>	<b>36</b>
4.1	Localización geográfica del experimento .....	36
4.2	Materiales y equipo .....	36
4.3	Manejo del experimento .....	36
4.3.1	Preparación de sustratos orgánicos.....	37

4.3.2	Llenado de bolsa.....	38
4.3.3	Siembra del semillero.....	38
4.3.4	Trasplante a bolsa.....	38
4.3.5	Riego y manejo del vivero.....	38
4.4	Tratamientos evaluados en el campo.....	39
4.5	Diseño experimental.....	39
4.6	Modelo estadístico.....	39
4.7	Variables evaluadas.....	40
4.8	Análisis estadístico.....	41
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>VIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>55</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>61</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Altura (cm) promedio de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado .....	44
<b>Figura 2.</b> Evaluado Promedio del número de hojas de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado.....	45
<b>Figura 3.</b> Promedio del Diámetro del tallo (mm) de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado.....	46
<b>Figura 4.</b> Promedio del Área foliar (cm) de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado.....	48
<b>Figura 5.</b> Promedio de la Biomasa Vegetativa (g) de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado.....	49
<b>Figura 6.</b> Promedio de la Biomasa De Raiz (g) de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado.....	50

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Tratamientos que se evaluaron en el campo.....	38
<b>Cuadro 2.</b> Promedios para las variables Altura de Planta (cm), Número de Hojas y Diámetro del Tallo (mm) de las Plántulas de Cacao según los tratamientos Evaluados.....	43
<b>Cuadro 3.</b> Promedios para las variables Área foliar, Biomasa Vegetativa (g) y Biomasa de Raiz (g) de las Plántulas de Cacao según los Tratamientos evaluado.....	47

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Análisis de Varianza para la variable altura de la planta de cacao, según los Tratamientos aplicados.....	61
<b>Anexo 2.</b> Análisis de Varianza para la variable número de hojas de la planta de cacao, según los tratamientos aplicados.....	61
<b>Anexo 3.</b> Análisis de Varianza para la variable diámetro del tallo de las plantas de cacao, según los tratamientos aplicados.....	62
<b>Anexo 4.</b> Análisis de Varianza para la variable área foliar de las plantas de cacao según los tratamientos aplicados.....	62
<b>Anexo 5.</b> Análisis de Varianza para la variable biomasa vegetativa (g) de las plantas de cacao, según los tratamientos aplicados.....	63
<b>Anexo 6.</b> Análisis de Varianza para la variable biomasa de raíz (g) de las plantas de cacao, según los tratamientos aplicados.....	63

**ANDRADE, EJ. 2013.** Evaluación del efecto de cinco sustratos orgánicos en la producción de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*) a nivel de vivero. Tesis Lic. Recursos Naturales y Ambiente. Catacamas Olancho. Universidad Nacional de Agricultura. Pág. 75

## **RESUMEN**

El estudio se realizó en la Sección de Cultivos Industriales de la Universidad Nacional de Agricultura, ubicada entre 14°26' y 14°53' latitud norte, 86°19' y 86°46' longitud oeste, a 6 Km al sur este de la ciudad de Catacamas situada a una altura de 350 msnm, con una precipitación anual promedio de 1300 mm, una humedad relativa de 74% y una temperatura anual promedio de 25 °C. Con el objetivo de producir plántulas de Cacao de alta calidad y a bajo costo, se Evaluaron cinco sustratos buscando proporcionar los nutrientes en el tiempo de demanda en esta etapa por las plantas. Los sustratos evaluados fueron, 50% suelo + 50% estiércol de ganado, 50% casulla de arroz + 50% suelo, 50% aserrín descompuesto + 50% suelo, 50% Lombricompuesto + 50% suelo, Fertilizante químico (18-46-00) y 100% compost de leguminosas. Se determinó el comportamiento de las plántulas midiendo su altura, el número de hojas, el diámetro del tallo, la biomasa vegetativa y la biomasa radicular. Se encontró que todos los sustratos con fuentes orgánicas superan a la fertilización química en las variables altura de planta, número de hojas diámetro de tallo. De igual manera las variables área foliar y biomasa tanto vegetativa como radicular fueron Significativas Estadísticamente siendo la utilización de Lombricompuesto el sustrato con los valores promedios más altos.

**Palabras claves;** Estiércol de ganado, casulla de arroz, Lombricompuesto, compost, orgánico.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años Honduras se ha vislumbrado como un país con alto potencial para la producción de cacao especialmente cacao fino. Muchas organizaciones han impulsado el desarrollo de este cultivo organizando a los productores en cooperativas y asociaciones para facilitar su producción y comercialización.

El cacao se desarrollado principalmente en la zona litoral de Honduras donde se ha desarrollado el cultivo y se han obtenido buenos resultados de producción. La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola ha desarrollado y evaluado diferentes métodos de propagación y establecimiento de viveros para la distribución de las plantas a nivel nacional.

En este sentido se ha iniciado trabajos de investigación que mejoren el sustrato para la multiplicación y tiempo de las plantas a nivel de vivero evaluando diferentes sustratos orgánicos y que reduzcan los costos de producción y aumenten la calidad de las plantas.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

- Evaluar el efecto de cinco sustratos orgánicos en la producción de plántulas de cacao a nivel de vivero

### **2.2 Específicos**

- Comparar los abonos orgánicos en la producción de plántulas de cacao a nivel de vivero
- Cuantificar el crecimiento de las plantas de cacao por efecto de los abonos orgánicos.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 Variedades o Tipos Principales de Cacao**

En el mundo existen diferentes variedades de cacao, originalmente eran sólo dos tipos; el criollo y el forastero, pero el cruce de estas dos especies dio origen al trinitario, y del cruce repetido entre ellos, se originaron los diferentes tipos de cacao que conocemos y utilizamos.

##### **3.1.2 Cacao Criollo o Dulce**

Es originario de Centroamérica, Colombia y Venezuela. Se distingue por tener frutos de cáscara suave, con 10 surcos, combinando un surco profundo con otro de menor profundidad. Los lomos son brotados y borroñosos y terminan en una punta delgada. Las semillas son dulces y de color blanco a violeta. De esta variedad se produce el cacao fino o de mejor calidad. Actualmente no existe cacao criollo puro, sino lo que llamamos variedades acriolladas debido a que han tenido varios cruces con otras variedades.

##### **3.1.3 Cacao Amargo o Forastero**

Es originario de América del sur y es el más cultivado en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se distingue porque tiene frutos de cáscara dura y más o menos lisa. Sus semillas o almendras son aplanadas de color morado y sabor amargo.

### **3.1.4 Cacao Variedad Trinitaria**

Surge del cruce del cacao Criollo y Forastero. Las mazorcas pueden ser de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que las del cacao criollo y forastero; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. En la actualidad la mayoría de los cacaotales que existen en el mundo son trinitarios (FHIA, 2005).

## **3.2 Propagación de cacao por injerto**

El injerto es el método más generalizado de reproducción vegetativa del cacao; se recurre a esta práctica cuando se desea reproducir fielmente las características de los árboles que se han seleccionado, evitando así la variación sobre todo en el comportamiento productivo, que normalmente ocurre con la propagación por semillas (FHIA, 2005).

### **3.2.1 Ventajas del injerto**

La planta producida por este método, conserva las cualidades del árbol de donde se obtuvo la yema.

En comparación con otros métodos de propagación vegetativa, permite un mayor aprovechamiento del material que se desea propagar.

Este método permite escoger los mejores árboles de su finca de cacao y reproducirlos a voluntad. Cada yema sacada de un árbol seleccionado va a originar un árbol idéntico, con sus mismas características.

La planta producida por injerto, además, fructifica a más temprana edad que la planta de semilla (FHIA, 2005).



### **3.2.2 Desventajas del injerto en Cacao**

El injerto del cacao debe realizarse en patrones vigorosos y sanos obtenidos de semilla, desarrollados en recipientes o en el campo. Los árboles más viejos se pueden injertar, siempre que los injertos se hagan en varetas jóvenes ya presentes o en brotes que se producen después de que las plantas han sido podadas hasta una altura de 30 a 50 cm (FHIA, 2005).

a) Injerto por aproximación. Es demasiado laborioso y costoso en la práctica comercial. También se emplea el injerto de astilla o enchapado y el Forkert modificado.

b) Injerto con yemas. Es una de las técnicas más empleadas. Las yemas se deben tomar de aquellos brotes que se encuentren en árboles sanos y vigorosos. Las varetas de yemas deben ser aproximadamente de la misma edad que los patrones, pero las yemas deben ser firmes, rechonchas y listas para entrar en desarrollo activo. El injerto en yema no debe hacerse en época de lluvias ya que se puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas.

c) Empleo de estacas. En la multiplicación de árboles por estacas o injerto de yemas se obtiene una mayor uniformidad de la plantación, árboles más fuertes y que se pueden podar para darles una mejor estructura, debido a que las ramas tienen más espacio en el cual desarrollar. Se obtienen mejores rendimientos por superficie, concentrando la producción en las zonas más próximas al suelo y por tanto reduciendo los costos de recolección. Los inconvenientes de este tipo de propagación son los elevados costos de obtención y de cuidado de los árboles (FHIA, 2005).

### **3.2.3 Producción de plantas por injerto**

Una planta producida por injerto la obtendremos cuando juntamos la yema de un árbol muy productivo con una planta producida en vivero por semilla.

La nueva planta que obtenemos, será igualita a la planta productiva.

Las ventajas de las plantas obtenidas por injertos son:

La primera cosecha se da a los dos años.

Todas las plantas son productivas.

Todas las plantas son iguales a la planta de donde se cortaron las yemas (FHIA, 2005).

### **3.2.4 Para producir una planta de cacao por injerto debemos realizar los siguientes pasos:**

PASO 1: Producir las plantas con semillas de árboles fuertes, realizando las mismas acciones explicadas en la producción de plantas por semillas, pero tomando en cuenta que: El establecimiento del vivero lo realizaremos en septiembre para injertar en febrero y plantar en la entrada del invierno. El tamaño de la bolsa es más grande, de 8 por 12 pulgadas, debido a que necesita estar más tiempo en el vivero, hasta 10 meses. En los bancales se colocan únicamente 2 bolsas para facilitar la enjertación y el manejo (FHIA, 2005).

PASO 2: Injertar las plantas cuando tienen de 4 a 6 meses de edad y el grueso de un lápiz. Para hacer el injerto cortamos las ramas pequeñas de los árboles de cacao de un grueso similar al grueso del patrón, para sacar la yema que pegaremos al patrón (FHIA, 2005).

PASO 3: Realizar un buen manejo para que a los 4 meses después de injertada las plantas, estén listas para establecerlas en el sistema agroforestal. Cuando las plantas están recién injertadas debemos regar al pie de la planta y no a las hojas para evitar pudriciones (FHIA, 2005).

Dentro de la plantación de cacao en producción, es importante identificar plantas élites, por lo menos de tres variedades diferentes, para garantizar nuestras próximas plantaciones por injerto. Una planta élite tiene una abundante producción durante varios años, es decir que

debe producir como mínimo 80 mazorcas de sabor dulce por cada cosecha, para eso es importante identificar las plantas y llevar registros de producción (FHIA, 2005).

### **3.3 Propagación por semilla.**

Es la forma más antigua y común para el establecimiento de plantaciones de cacao pero se obtiene una gran variabilidad de árboles, por lo que no se recomienda su utilización salvo cuando se empleen semillas de elevada calidad. En los últimos años se han recomendado las siembras con semilla certificada, debido al buen comportamiento de los árboles provenientes de semilla de polinización controlada, usando clones seleccionados. Estos híbridos han mostrado una gran precocidad en la fructificación y un desarrollo vigoroso de las plantas. La semilla híbrida se produce polinizando en forma controlada manipulando las flores de los clones seleccionados durante la fecundación.  
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao3.htm>

#### **3.3.1 Producción de Plantas en viveros**

La producción de plantas en vivero puede realizarse de dos maneras por semilla o por injerto. Para producir plantas por semilla tomamos en cuenta la variedad del cacao que queremos establecer, seleccionamos un árbol saludable, la mazorca más grande y las semillas del centro del fruto porque esto garantiza la calidad de la planta que vamos a producir (Edward, I. 2009).

#### **3.3.2 Producción de plantas por semillas**

Las principales ventajas de esta técnica son:

- Bajos costos para producir una planta.
- Es fácil producirlas.

- Las plantas que se producen tienen una buena formación.

Algunas de las desventajas son que inician su producción a partir de los 4 años y solamente la mitad de todos los árboles logran dar buenas cosechas.

La producción de plantas por semilla se realiza en dos momentos: establecimiento del vivero y manejo del vivero (Edward, I. 2009).

### **3.3.3 Primer momento: Establecimiento del vivero**

En el establecimiento del vivero realizamos 8 pasos:

#### **PASO 1: Planificación del vivero**

Al planificar un vivero debemos preguntarnos siempre:

- ¿Cuántas manzanas vamos a sembrar?
- ¿Cuántas plantas necesitamos?
- ¿Con cuánta mano de obra contamos?
- ¿Qué materiales y recursos tenemos?

El vivero de cacao se construye en época de verano entre enero y febrero. Las plantas necesitan manejo durante 4 a 5 meses hasta su trasplante definitivo en el campo el cual se recomienda realizarlo entre Junio y Julio.

#### **PASO 2: Ubicación y preparación del terreno:**

El lugar donde vamos a establecer el vivero debe ser plano, estar cerca de una fuente de agua y del área donde vamos a establecer la plantación.

Lo primero que hacemos es realizar una limpieza general del área para eliminar: piedras, troncos, basura y nivelar o emparejar el terreno para evitar que se encharque durante el invierno.

**PASO 3: Preparación del suelo para el llenado de las bolsas:**

La tierra que utilizamos para el llenado de las bolsas debe tener bastante materia orgánica, y no debe contener piedras ni raíces.

Para preparar una buena mezcla debemos usar por cada 8 paladas de tierra, 1 palada de arena de río y 1 palada de abono orgánico.

**PASO 4: El llenado de las Bolsas:**

Para llenar las bolsas utilizamos plástico duro o bambú que sirva como embudo para facilitar el trabajo. A medida que vamos llenando las bolsas, les damos unos golpecitos, para que la tierra quede compacta y las bolsas no se doblen al tener espacios vacíos adentro de ellas. Las bolsas las llenaremos hasta el borde y posteriormente las colocaremos en fila dentro de los bancales, esto garantizará que las plantas crezcan rectas.

**PASO 5: Construcción de los bancales:**

Los bancales son los lugares donde vamos a colocar las bolsas. El ancho de un bancal debe tener entre 4 y 6 bolsas, el largo debe ser de 10 varas y el espacio entre un bancal y otro debe tener 20 pulgadas para facilitar la movilización durante el manejo. Los bancales los ubicaremos en dirección a la salida y puesta del sol.

**PASO 6: Desinfección del suelo:**

Los animalitos que viven dentro del suelo pueden ser dañinos para las semillas o las raíces de las plantas, por ello, es necesario que apliquemos agua hirviendo para eliminarlos. Esta actividad debemos hacerla un día antes de sembrar las semillas.

**PASO 7: Construcción de ramada:**

La sombra es importante para conservar la humedad durante el día y proteger las plantas tiernas, de daños que puedan ocasionar el sol o las lluvias fuertes, por ello, recomendamos construir una ramada antes de sembrar las semillas.

Para construir la ramada podemos utilizar: hojas de palma, suite, casca, coquito o palmilera, para asegurarnos que dure todo el periodo del vivero.

El techo debe quedar a una altura de 3 varas y cubrir todo el vivero.

#### PASO 8: Siembra de la semilla:

Para la siembra de la semilla hacemos un hoyito en el centro de la bolsa calculando que cubra la semilla. Se coloca una semilla en cada bolsa. Cuando la semilla tiene raíz la sembramos hacia abajo sin presionarla mucho para no dañarla y cuando la semilla no tiene salida se acomoda acostada (Edward, I. 2009).

### **3.3.4 Segundo momento: Manejo del vivero**

Una vez establecido el vivero, necesitamos realizar un buen mantenimiento para producir plantas de calidad. Para ello, debemos realizar las siguientes actividades:

#### PASO 1: El Riego

Para que las plantas tengan un buen crecimiento, es importante mantener la humedad adecuada, por eso recomendamos regar todos los días por la mañana antes que salga el sol. El riego debemos hacerlo en forma de lluvia ya que si regamos a chorro podemos producir daños en las plantitas y pérdida de suelo en las bolsas.

#### PASO 2: Control de malezas:

Las malezas que crecen en las bolsas le roban el agua, los nutrientes y la luz a las plantas de cacao, lo que trae como consecuencia plantas débiles y mal formadas. Es recomendable que realicemos la desyerba cada 8 días, después del riego para facilitar el arranque de la maleza.

#### PASO 3: Remoción de plantas:

La remoción consiste en mover las bolsas del vivero de un lugar a otro para que las raíces que salgan de las bolsas no se entierren en el suelo. De esta manera evitamos que se produzcan daños en las raíces antes de la siembra. La remoción debemos hacerla una vez cada 3 meses.

#### PASO 4: Regulación de sombra:

La regulación de sombra consiste en quitar poco a poco las hojas de la ramada con el objetivo de que las plantas reciban más luz del sol, continúen creciendo, se pongan más fuerte y empiecen a adaptarse al lugar donde crecerán y vivirán. Esto lo realizaremos un mes antes del establecimiento de la plantación (Edward, I. 2009).

### **3.4 Los sustratos**

En la actualidad los sustratos son el principal medio de producción de plántulas, el cual brinda las condiciones adecuadas, en sus primeras etapas de vida del cultivo, asegurando un mayor porcentaje de plántulas producidas presentando las condiciones óptimas para ser llevadas al campo definitivo (OIRSA 2002).

Los sustratos son un elemento sólido inerte presentan la característica que sirven de anclaje a las plantas, almacenar y brindarle los nutrientes agua y aire al sistema radicular que la planta necesita para llevar a cabo sus funciones fisiológicas de una forma adecuada. La granulométrica por la cual está compuesto el sustrato, debe permitir la circulación del aire y la circulación de soluciones que se le suministren, los sustratos que brindan buenos resultados en el desarrollo de las plantas permiten la presencia de un 15 a 35% de aire y un 20 a 60% de agua en relación al volumen total del suelo.

Según Hartman y Kester, citados por Palacios (2008), los medios más utilizados para la propagación de plantas son suelo, vermiculita, turba, musgo esfagnífero, piedra pómez, composta, perlita, colcho de pino, carbón de casulla de arroz, estiércol de ganado y la mezcla de los antes mencionados. Estos materiales tienen gran influencia sobre la humedad, temperatura y el oxígeno.

La porosidad es la capacidad de medida de un sustrato para retener agua y aire, sin embargo el tamaño de los poros determina capacidad del drenaje y el intercambio de gases, sin embargo los poros pequeños limitan la circulación del agua; por lo tanto el porcentaje de porosidad de un sustrato debe de ser de un 50% de su volumen, y el porcentaje de aireación después del escurrimiento del agua debe oscilar entre un 20 a 35% lo cual son las condiciones óptimas de un buen sustrato (OIRSA 2002).

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

#### **3.4.1 Funciones básica que debe cumplir un sustrato.**

Según OIRSA 2009, el sustrato debe retener el agua en forma disponible para las plantas, brindar el oxígeno para la respiración del sistema radicular, ser el principal medio de anclaje y soporte, proporcionar nutrientes y mantener las condiciones adecuadas para el trasplante de las plántulas.

#### **3.4.2 Características de los sustratos**

Según Tepetlixpan, y Izcalli(s.f.), los suelos sustratos poseen propiedades y características las cuales favorecen que las plántulas en semilleros y viveros obtengan un mejor desarrollo en comparación cuando se trasladan al campo definitivo, sin embargo un sustrato debe reunir algunas características que lo hagan adecuado para el cultivo, ya que no siempre presenta las propiedades adecuadas para obtener los mejores resultados por lo que se realizan mezclar diferentes materiales con el objetivo de mejorar las condiciones



nutricionales en el aporte de los nutrientes y por ende mejorar los procesos de germinación enraizamiento, crecimiento y desarrollo de las plántulas.

### 3.4.3 Características físicas y su importancia

Un sustrato se caracteriza por poseer tres fases: sólida, líquida y gaseosa, las cuales cumplen una función específica en las plantas; la fase sólida le brinda el soporte físico del medio vegetal; la parte líquida permite la alimentación en agua de los nutrientes en su medio líquido, el equilibrio entre estas tres fases está determinado por la calidad del tipo de sustrato. Un sustrato ideal debe contener 20 a 30% de aire, un 25 a 40% de agua y un 30 a 55% de material sólido. La densidad aparente es una característica del sustrato de suma importancia que permite conocer la porosidad del sustrato (Abad *et al.* 2004).

- **Agua disponible:** Es la porción de agua que puede ser absorbida por las raíces de las plantas con la suficiente rapidez para compensar las pérdidas por evaporación y transpiración Tarjuelo y Pizarro (s.f.).
- **Agua de reserva:** Se refiere a la cantidad de agua que se libera al aplicar una tensión al sustrato de 50 a 100 cm de columna de agua, siendo el valor óptimo de 4 a 10% Tarjuelo y Pizarro (s.f.).
- **Capacidad de aireación:** Se refiere a la proporción del volumen del sustrato que contiene aire después que ha sido llevado a saturación y dejado drenar (normalmente a 10 cm de columna de agua). El valor óptimo se produce cuando se dan valores entre 10 y 30% Tarjuelo y Pizarro (s.f.).
- **Espacio poroso total:** Es el volumen total del sustrato de cultivo que no está ocupado por partículas orgánicas o minerales. Este dato se determina a partir de la densidad real Tarjuelo y Pizarro (s.f.).

#### **3.4.4 Características químicas de los sustratos**

La capacidad de intercambio catiónico es una propiedad de los sustratos que está determinada por la concentración de sales que se encuentren en el sustrato determinan la disponibilidad de los nutrientes entre el sustrato y la solución nutritiva para las plántulas, por lo que la baja salinidad permite una mejor absorción y asimilación de los nutrientes y elevada capacidad de mantener el pH constante (Abad *et al.*2004).

#### **3.4.5 Propiedades biológicas de los sustratos**

La velocidad de descomposición está en función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato; esta puede provocar deficiencias de oxígeno, nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas determina la velocidad de descomposición. (Infoagro s.f.).

#### **3.4.6 Otras propiedades**

Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas. Reproductividad y disponibilidad bajo costo, fácil de mezclar, fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección, resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales (Infoagro s.f.).

### 3.5 Criterios para la selección de sustratos

El sustrato debe presentar una función principal la cual es brindarle las condiciones adecuadas para la germinación y emergencia de la semilla y el crecimiento de las raíces y brindarle a la planta un mejor soporte y anclaje a la planta. La determinación del material va depender de:

- **Sus propiedades:** Las propiedades físicas, químicas y biológicas que limitan el manejo posterior del sustrato tienen que ser adecuadas para el crecimiento.
- **La relación beneficio/costo:** El costo es el factor principal que determina el uso del tipo de sustrato a utilizar, debido al costo que presenta el acarreo del sustrato, lo que indica que tipo de sustrato se puede utilizar y por consiguiente el beneficio que genera.
- **Facilidad de manejo o compatibilidad:** El uso de los nuevos materiales nos conlleva a realizar programas de investigación, experimentación, con el objeto de presentar un producto apropiada a las condiciones particulares a las que se requiere con el sustrato.
- **Libre de patógenos:** Se debe realizar estudios para asegurarse que el sustrato estén libre de organismos que puedan causar efectos negativos en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.
- **Impacto ambiental:** El cuál debe ser amigable con el ambiente y evitar que provoque alteraciones al medio ambiente.
- **Disponibilidad en la región o zona:** El material a utilizar debe estar disponible en la zona para reducir los costos y mejor disponibilidad al momento de ser utilizado (Villa et al., citado por Cruz-Crespo E. 2013).

### **3.5.1 Los sustratos orgánicos**

Dentro de este grupo se encuentra una serie de sustratos residuos y subproductos de diferentes actividades, aunque este tipo de materiales deben ser previamente acondicionados mediante un proceso de compostaje o vermicompostaje entre algunos ejemplos de este tipo de materiales se encuentra el bagazo de caña, bagazo de agave, aserrín o serrín, corteza de árboles, cascarilla de arroz, paja de cereales, fibra y polvo de coco, entre otros los cuales requieren un tratamiento de lavado y esterilizado con el propósito de eliminar algunos residuos y evitar daños en las plantas por contaminación (Abad *et al.* 2004).

Los sustratos orgánicos poseen características como retención de humedad, estabilidad, oxigenación entre otras, que se comportan de manera diferente en cada sustrato; como la retención de humedad en el aserrín es alta en relación con la cascarilla de café que es baja, sin embargo la oxigenación que brinda la cascara de café es buena en comparación con el aserrín, que es baja descomposición (Morales 1999).

Según Gallardo, 1998, las características físicas de los sustratos están directamente asociadas a la capacidad de promover y retener aire a las raíces de las plantas. Un sustrato está constituido por partículas sólidas y espacios libres que dejan entre sí a los cuales se les denominan poros que conforman el espacio poroso.

### **3.5.2 Beneficios de los Abonos Orgánicos**

Mejoran la actividad biológica del suelo, mejora la capacidad del suelo para la absorción y retención de la humedad; aumenta la porosidad de los suelos, mejora la capacidad de intercambio catiónico del suelo, facilita la labranza del suelo; en su elaboración se aprovechan materiales locales, reduciendo su costo; sus nutrientes se mantienen por más tiempo en el suelo; se genera empleo rural durante su elaboración; son amigables con el medio ambiente porque sus ingredientes son naturales; aumenta el contenido de materia

orgánica del suelo y lo mejor de todo, son más baratos. Ingredientes del abono orgánico como la cal, mejoran el nivel de pH del suelo. (Gómez, 2011).

### **3.5.3 Gallinaza**

La gallinaza es un material, compuesto por las excretas de las gallinas, residuos de alimentos, plumas, huevos rotos y el material fibroso de la cama con cal; su composición química varía de acuerdo con la cantidad de estos compuestos y el tipo de explotación, dependiendo si es de gallinaza de piso o de jaula.

### **3.5.4 Gallinaza de piso**

Se obtiene de las gallinas explotadas en pisos de concretos o tierra, con camas de cascarillas de arroz, aserrín y otros. Una gallina excreta en promedio 138 g/día, que representa 50 kg/ave/año de los cuales el 25% es materia seca; es decir, una gallina produce 12.5 kg de excretas secas por año y solo utiliza el 19% del nitrógeno en la producción de huevos o formación de carne, siendo el restante, expulsado en las heces o en la orina. En camas para engorde de pollo, el contenido de nitrógeno después de dos meses empieza a disminuir por volatilización. En aves ponedoras con el tiempo se incrementa el contenido de cenizas por la deposición de heces ricas en minerales, pérdida de nitrógeno y materia orgánica, incorporación de tierra a la cama al revolcarse las aves. Por almacenamiento de las excretas, en 10 semanas se puede perder un 75% de nitrógeno y un 50% de la materia orgánica (Mejía, f. et al, 2002).

### **3.5.5 Gallinaza de jaula**

Es el producto compuesto por heces, plumas y desperdicios de alimentos que se mezclan en la explotación de gallinas mantenidas en jaulas las cuales tienen diferente contenido de nitrógeno, fibra y minerales, dependiendo del tipo de ave, dieta y edad de la cama.

No existe una diferencia muy grande entre los contenidos nutricionales de la gallinaza de piso y la gallinaza de jaula, las dos son igualmente nutritivas y contiene elementos que pueden ser aprovechados fácilmente por la planta. Un kilogramo de gallinaza de jaula o de piso contiene, en promedio, 17 gramos de nitrógeno, 0.8 de fósforo, 5.7 de potasio, 1.12 de calcio, 0.7 de magnesio y 2.1 de azufre. Este material, tiene un pH de 8.2 que lo hace apto para ser aplicados en suelos ácidos (Mejía, f. et al, 2002).

La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros y este material se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo. La gallinaza obtenida de las explotaciones de jaula, resulta de las deyecciones, plumas, residuo de alimento y huevos rotos, que caen al piso y se mezclan. (Estrada, M 2005).

### **3.5.6 La gallinaza como abono orgánico**

El estiércol de gallina debe ser primeramente fermentado para reducir la cantidad de microorganismos como bacterias, que en alta concentración puede ser nocivo. Los microorganismos contenidos en el estiércol de gallina sin tratar pueden incluso competir por los nutrientes de las plantas, lo cual resulta en un daño y en resultados adversos.

En el caso de la gallinaza utilizada como composta, es decir, como abono orgánico, es necesario fermentar el excremento de las gallinas para transformar los químicos que contiene, como el fósforo, potasio, el nitrógeno y el carbono. Cuando la fermentación está completa, se le puede agregar otros desechos orgánicos. La utilización de la gallinaza como abono para cultivos resulta ser una opción muy recomendable debido al bajo costo que representa, y a lo rico de la mezcla. En promedio, se requiere de 600gr a 700gr por metro cuadrado de cultivo para obtener buenos resultados. Dependiendo de si el suelo presenta

algún empobrecimiento, podría llegar a ser necesario utilizar hasta 1kg por metro cuadrado. (Gallinaza México, 2004).

### **3.5.7 Recomendaciones**

La gallinaza de uso frecuente en la agricultura, debe compostarse para que los microorganismos descompongan la materia orgánica y ponga a disposición los nutrientes. Así mismo, debe ser sometida a secado para almacenarla sin desencadenar procesos fermentativos, aumentando la concentración de materia orgánica y evitando el desarrollo de organismos perjudiciales para el cultivo de cacao. Después de seca la gallinaza debe ser tamizada y molida para homogenizar el producto, darle un tamaño uniforme a las partículas y aumentar la superficie de contacto con el suelo. El empaque y almacenamiento adecuados garantizan la conservación del producto cumpliendo con las características de calidad.

Cuando se fertiliza con gallinaza obtenida en forma inadecuada, las plantas presentan problemas de amarillamiento causado por ácidos, presencia de enfermedades y fertilización deficiente. Se debe tener especial cuidado y aplicar gallinaza bien descompuesta, ya que los problemas patológicos originados por el uso de gallinaza mal descompuesta pueden ser graves. (corpoica.org).

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas.

El uso de abonos orgánicos para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y obtener mayores rendimientos en el cultivo de las cosechas, se conoce desde la antigüedad. Entre los abonos orgánicos se incluyen los estiércoles, compostas, vermicompostas, abonos verdes, residuos de cosecha, residuos orgánicos industriales, aguas negras y sedimentos orgánicos. Los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y composición química principalmente en el contenido de

nutrimentos; la aplicación constante de ellos, con el tiempo, mejora las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo. (Santos, A. s.f).

### **3.6 Compostaje**

El compostaje es un proceso biológico aerobio, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura. El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (Emison, s.f)

El objetivo prioritario del compostaje es la obtención de un producto final que debe ser fácilmente manejable y almacenable, cuya MO debe estar suficientemente estabilizada y humificada, libre de compuestos tóxicos para el hombre, plantas o animales y también de organismos patógenos y semillas de malas hierbas. De esta manera, se debe propiciar su utilización en la mejora de la fertilidad de los suelos y para incrementar la producción y calidad de las cosechas agrícolas, sin que su adición provoque fenómenos adversos. (Tortosa G, 2008).

#### **3.6.1 Proceso de compostaje**

El compostaje es un proceso mediante el cual diversos sustratos orgánicos se descomponen y estabilizan debido a la acción de una población mixta de microorganismos, obteniéndose un producto final denominado compost, orgánicamente estable, libre de patógenos y semillas de malezas que puede ser aplicado de manera eficiente al suelo para mejorar sus propiedades (Haug 1993).



Para que los microorganismos puedan descomponer adecuadamente la materia orgánica, hay que mantener las condiciones de humedad y temperatura adecuadas, y la concentración de oxígeno suficiente. La humedad se mantiene regando periódicamente las pilas. La oxigenación se consigue removiendo totalmente las pilas con una máquina volteadora, u otros sistemas. Los líquidos que desprenden las pilas objeto de compostaje (los lixiviados) se recogen y sirven para continuar regando las pilas. Toda la superficie de la planta está pavimentada de manera que las aguas pluviales puedan ser recogidas y aprovechadas para el riego del compost.

Al cabo de 12-14 semanas, el compost se criba para obtener un material final homogéneo y fino. El desecho vegetal que pueda quedar se retorna al principio del proceso, y el compost se deja madurar entre dos y tres meses. A través de diversos tamices, se eliminan impurezas y se distribuye el material según su tamaño y calidad. Finalmente, se obtiene un compost maduro y estable que puede ser comercializado como abono o corrector de suelos. Aproximadamente 100 Kg de materia orgánica y 45 Kg de fracción vegetal nos dan 5 Kg de impurezas y 60 Kg de compost acabado. (Emison, s.f).

### **3.6.2 Las materias primas del compost.**

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

Restos de cosechas. Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc. son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc. son menos ricos en nitrógeno. Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.

Las ramas de poda de los frutales. Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.

Hojas. Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.

Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.

Estiércol animal. Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja y los purines.

Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.

Plantas marinas. Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como Posidonia oceánica, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.

Algas. También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y anti fúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost (Infoagro).

### **3.6.3 El Lombricompost**

Abono orgánico, producto de la transformación de los materiales orgánicos biodegradables utilizados en la alimentación de la lombriz. Estos son ingeridos y convertidos en excretas

enriquecidas que son expulsadas como deyecciones, las cuales se clasifican en función del tipo de alimento con el que se nutre a la lombriz (Mejía, f. et al, 2002).

Es un fertilizante orgánico bio-regular y corrector del suelo, es bio-estable, lo cual significa que no da lugar a fermentación, y por lo tanto, de rápida asimilación, es de color negruzco, homogéneo y con olor a mantillo del bosque.

El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana benéfica, en una fuente rica en minerales que contiene alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos, produce hormonas que estimulan el desarrollo de las plantas; mejora las características físico-químicas del suelo, lo protege de la erosión, y regula la actividad de los nitritos, finalmente, el humus neutraliza la presencia de contaminantes químicos. (Quiroa, s.f).

#### **3.6.4 El Proceso de lombricompostaje**

La explotación de la lombriz se construye bajo techo y se puede hacer de diferentes maneras: cajones, fosos, eras, canastillas y otros donde se depositan los residuos orgánicos, animales y vegetales para alimentar la lombriz. El modulo o cama se puede construir con materiales disponibles en la finca como madera, guadua o ladrillo; el piso debe de ser de cemento. Las construidas en ladrillo tienen la ventaja de ser más frescas durante el verano y más caliente durante el invierno, gracias a la capacidad aislante de este material, además tienen una mayor duración (Palencia, C, et al, 2002).

Existen muchas formas de establecer una lombricompostera. Pueden construirse en camas sobre la tierra, cajones de madera, macetas, piletas de cemento, etc. Independientemente del método usado y de la materia prima utilizada, el proceso debe cumplir con algunas etapas para el éxito de la lombricompostera.

1. Preparación del sustrato orgánico: antes de que las lombrices se alimenten del material orgánico, es necesario que se descomponga por un tiempo para que pueda ser digerido por ellas. El material simplemente se deja podrir naturalmente durante una a dos semanas (precompostado).

2. Mezcla de lombriz con el sustrato orgánico: cuando el sustrato orgánico está un poco descompuesto, se agregan las lombrices con un poco de sustrato listo. Para proyectos que están iniciando, el número de lombrices inicialmente será pequeño, pero este irá aumentando enormemente en cuestión de meses.
3. El lombricompostaje: es el proceso de producir humus de lombriz. Durante este tiempo, la lombriz se alimenta de los sustratos orgánicos y los convierte en humus de lombriz o lombricompost. En este período, la lombriz además de alimentarse, se reproduce en el sustrato.
4. Captura de la lombriz y recolección del abono listo: una vez que el material orgánico se ha convertido en humus, debe separarse la lombriz del abono, para ello se coloca material orgánico precompostado fresco en trampitas hechas con cedazo a la par del material que contiene la lombriz, ellas se moverán hacia donde hay comida, dejando el abono o lombricompost que ya estará listo para ser utilizado.
5. Secado y tamizado del abono: luego que las lombrices han abandonado el abono o lombricompost, este puede ser secado. Posteriormente si se quiere, puede ser tamizado, para darle una mejor presentación. El abono estará listo para ser aplicado a las plantas en macetas o en los cultivos en el campo.

Todo el proceso puede durar entre 2 y 4 meses, dependiendo del material orgánico utilizado, la población de lombrices y las condiciones del proceso (Palencia, C, et al, 2002).

### **3.6.5 Alimentación**

Las lombrices comen de todo menos vidrios, plástico, piedras y lata; no se debe alimentar en los tres primeros días después de ser instaladas; durante estos días hacen sus propias galerías en el sustrato. A partir del tercer día se inicia la alimentación mediante el suministro del sustrato pre-descompuesto y con una humedad del 60%. Cada cuatro días se debe suministrar como alimento cantidades apropiadas de sustrato, dependiendo de la población de lombrices, del tamaño de los gránulos y del grado de descomposición del sustrato, hasta llenar la capacidad del módulo.

La lombriz come una cantidad equivalente a su propio peso todos los días y expulsa el 60% de la misma en forma de humus; se puede conseguir una mayor producción aumentando el número de lombrices por módulo. Se alimenta más en la oscuridad, por lo cual los módulos deben ser cubiertos con polisombra negra que ayuda a mantener la humedad y proporciona condiciones de penumbra requeridas para un buen proceso de alimentación y mantenimiento de la lombriz (Palencia, C, et al, 2002).

### **3.6.6 Cosecha**

Para la recolección de la lombriz y cosecha del lombricompost, se suspende por cuatro a seis días el suministro de alimento, posteriormente se coloca sobre la superficie una malla (polisombra) que permita el paso de la lombriz y sobre ella se coloca el alimento; cuatro días después se retira la malla con la lombriz-sustrato, proceso que se debe repetir una o dos veces como trampeo para sacar la mayor cantidad de lombrices y luego se procede a sacar el Lombricompost hasta dejar vacío el módulo, quedando listo para reiniciar el proceso utilizando como semilla el material extraído en la malla.

Un kilogramo de lombrinaza por planta, le aporta al suelo 2.8 gramos de calcio y 1.0 de magnesio lo cual 10 hace apto para ser aplicado en suelos ácidos, puesto que este compuesto tiene un grado de acidez de 7.9. Aporta al suelo 20 gramos de nitrógeno, 0.61 de fósforo, 2.02 de potasio y elementos menores de los cuales el más importante es el azufre 0.32 y el manganeso con 0.066 gramos.

Este abono orgánico es un material altamente descompuesto y estable. Posee un buen balance de nutrimentos de rápida y lenta liberación para las plantas. La riqueza de nutrientes dependerá tanto de las características del material inicial como de la forma en que se lleva a cabo el proceso; por ejemplo, la producción de abono expuesto a mucha lluvia, provoca la pérdida por lavado de nutrientes y otros compuestos. El Lombricompost posee también una alta población microbiana benéfica, por lo que el material final debe mantenerse necesariamente entre 50 y 60% de humedad; además tiene algunas sustancias

llamadas fitohormonas, las cuales estimulan el crecimiento vegetal. (Henríquez, C; Mora L. 2003)

### **3.6.7 Recomendaciones**

- No se debe humedecer demasiado el sustrato ya que se compacta y dificulta la aireación disminuyendo el rendimiento de la lombriz.
- Los residuos vegetales deben picarse lo más finamente posible para favorecer el trabajo de la lombriz.
- Es necesario que todos los residuos orgánicos vegetales y animales pasen por los compartimentos de pre-descomposición para evitar condiciones adversas que afecten el desarrollo de la lombriz.
- El lombricultivo se debe ubicar lejos del ruido y paso de vehículos, puesto que las vibraciones perjudican a las lombrices, impidiendo su normal reproducción y desarrollo.
- Los residuos vegetales que hayan sido tratados con plaguicidas, no se deben utilizar para alimentar las lombrices, porque afecta negativamente la lombriz llegando a causarle la muerte.
- Cuando se utilice material vegetal tratado con plaguicidas se debe esperar dos meses como mínimo para suministrarlo a la lombriz.
- Si el suelo de la finca posee bajo contenido de calcio y magnesio, se puede emplear cal dolomita; nunca se debe utilizar cal viva.
- El papel limpio, por su contenido de celulosa, es un alimento ideal para las lombrices; en el papel impreso, como periódico, revistas o de papelógrafo, persisten los metales pesados (cadmio) utilizados en la elaboración de tintas; estos minerales no se descomponen en el suelo e intoxican a las lombrices.
- El lombricompost, si se almacena en un sitio fresco, sombreado y con una humedad de 30%, puede permanecer en buenas condiciones por mucho tiempo. La explotación de lombriz no origina olores, por lo tanto puede ubicarse en cualquier lugar (Mejía, f. et al, 2002).

### 3.7 Estiércol de Bovino

Los estiércoles son los excrementos sólidos y líquidos de los animales, mezclados con los residuos vegetales que se han utilizados como cama. Su incorporación al suelo aporta nutrientes, incrementa la retención de la humedad y mejora la actividad biológica y por lo tanto la fertilidad y la productividad del suelo. Como todos los otros abonos orgánicos el estiércol no tiene una concentración fija de nutrientes. Esto depende de la especie animal, su edad, alimentación, los residuos vegetales que se utilizan, entre otros. Mientras los animales jóvenes consumen una gran cantidad de nutrientes para su crecimiento y producen excrementos pobres, los animales adultos solamente sustituyen las pérdidas y producen estiércoles ricos en elementos fertilizantes (Verdinne, et al, 1993).

Los estiércoles están constituidos por las heces y la orina de los animales, mezclados con paja, y residuos de cosecha u otros materiales usados como cama. La composición del estiércol, es muy variable; los principales factores que influyen son; especie animal, edad de los animales, alimentación, naturaleza de los materiales usados en las camas (Ortiz, 1977).

Según (Leal, L. 1990), del estiércol bovino está representado en 63% por heces que contienen 0.40% de nitrógeno (N), 0.20% de fósforo (P) y 0.10% potasio (K). La orina representa un 27% y su contenido en N es 1.0% P y N es 1.0% P y K 1.35%. Una importante proporción de N, P y K consumidos por los animales puede ser nuevamente reciclada al sistema a través de heces y orina.

Las excretas del ganado tienen una serie de efectos benéficos, sobre el suelo y las plantas. El estiércol es un importante generador de humus, con valor nitrogenado, su aporte en P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Zn, Cu, todos los elementos esenciales para las plantas. Por otro lado, los elementos indeseables como (Cd, Hg y As) solo son aportadores en pequeñas cantidades (Verdinne, et al, 1993).

El estiércol bovino es uno de los residuos más importante de la finca; una parte de los nutrientes no utilizables por los cultivos puede entrar en el sistema suelo – planta- animal y ejercer una función mucho más importante del que se cree. Este consta de dos componentes originario uno sólido y otro líquido en relación aproximada de 3.1 A pesar de la variabilidad notable de la composición del estiércol bovino se puede considerar para sus aplicaciones en el campo, un poco más de la mitad del nitrógeno, casi todo el ácido fosfórico y alrededor del 35% del potasio se encuentra en el componente sólido; además contiene cantidades menores de Ca, Mg, S y trazos de micronutrientes.

Uso de estiércol animal como abono orgánico con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro y meso biológica del suelo. Al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y macro nutrientes. Contiene 1.1-3% de N, 0.3-1% de P y 0.8-2% de K. Estos nutrientes se liberan paulatinamente (al contraste con el fertilizante químico). Estiércol vacuno y de aves es la clase más utilizada, el estiércol porcino tiene la desventaja de ser foco de lombrices y otros parásitos capaces de infectar al hombre. En laderas es esencial combinar la aplicación de estiércol para mejorar la fertilidad del suelo con otras prácticas de control de erosión. (PASOLAC)

### **3.8 Cerdaza**

El conflicto principal de las porquerizas es el manejo del estiércol (Cerdaza), por su dificultad para reducirlo, causando un alto índice de contaminación. La cerdaza puede ser usada como fertilizante orgánico y alimento, fuente de energía, y para cama de animales. (Rocha, J.).



## **¿Cómo se aplica el estiércol al suelo?**

Una alternativa importante del uso del estiércol de cerdo es aplicarlo a la tierra. Si se hace correctamente, los componentes orgánicos del estiércol pueden servir de fertilizantes de bajo costo para la agricultura, la horticultura y la silvicultura.

También se pueden usar los materiales orgánicos para acondicionar los suelos. El desarrollo e implementación de sistemas correctos para la aplicación al suelo del estiércol es extremadamente importante para proteger la calidad del agua superficial, del agua subterránea y del aire.

El diseño mejorado de las raciones alimenticias, de la separación de los sólidos del estiércol para compostarlos y su digestión biológica se están transformando en pasos crecientemente importantes en la secuencia de los tratamientos que culminan en la aplicación a los suelos. (Universidad de Oklahoma).

### **3.9 Sustratos a utilizar en el experimento**

#### **3.9.1 Compost de cascarilla de arroz**

La cascarilla de arroz ofrece buenas propiedades para ser utilizado como sustrato, dentro de esas propiedades físico-químicas; es un sustrato orgánico de baja descomposición y buena aireación. Este sustrato mejora la estructura, facilitando la aireación, absorción de la humedad y la filtración de los nutrientes; estimula el desarrollo abundante y uniforme del sistema radicular de las plantas (Michael, 2009).

La cascarilla de arroz es de peso uniforme ligero en grado y más resistente en comparación con otros materiales y posee menos efecto en la reducción del nitrógeno por los microbios del suelo, además presenta la característica que no introduce plagas pero se recomienda

aplicar un proceso de pasteurización el sustrato porque contiene muchas impurezas de semillas de malezas. Sin embargo utilizado sin compostar como un sustituto de vermiculita, por su peso ligero y su resistencia a la descomposición, es un material rico en carbono y presenta altos contenidos de sílice y potasio citado por (OIRSA, 2004).

La cascarilla de arroz presenta la característica que ofrece muy buenos resultados al ser utilizado como sustrato. Sus propiedades físico químicas es un sustrato orgánico de baja descomposición, liviano presenta buen drenaje y buena aireación. También favorece el incremento de la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra, y al mismo tiempo estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. Como también es una fuente rica en sílice, lo que confiere a los vegetales mayor resistencia contra el ataque de plagas insectiles y enfermedades (Morales, 2002).

En la forma de cascarilla carbonizada, aporta principalmente fósforo y potasio, y al mismo tiempo ayuda a corregir la acidez de los suelos. La cascarilla de arroz, puede alcanzar en muchos casos hasta una tercera parte del total de los componentes de los abonos orgánicos. Dentro de las propiedades que presenta un sustrato orgánico con una tasa de descomposición. es liviano y de un buen drenaje, las plántulas con casulla de arroz presentan un buen desarrollo, lo cual se debe a la capacidad de retención de humedad sin embargo es recomendable realizar las mezclas con otros materiales lo cual puede ser con pino compostado con el propósito de producir plántulas sanas y con un mejor desarrollo y es una forma de reducir los costos de producción de plántulas porque son materiales que se pueden encontrar en el contexto de la finca y a un bajo precio (Calderón 2002).

### 3.9.2 Lombricompost a base de Pulpa de café

Se considera de baja retención de humedad, buena aireación de las raíces, capilaridad mala, la estabilidad que posee es regular y es considerado de corta vida por su rápido proceso de descomposición.

- **Propiedades químicas:** La composición química de la cascarilla de café es la siguiente: contenido de humedad de 11.45%, lignina 41.86%, cenizas 0.95%, grasas 5.83%, pentosas 25.5% y furfural 14.76%.
- **Propiedades físicas:** La cascarilla del café tiene una densidad a 26°C de 1,323 gr/cm<sup>3</sup>, una densidad bruta de 0,323 gr/cm<sup>3</sup> y el calor de combustión es de 4500 cal/°C gr.

### 3.9.3 Lombricompost de estiércol de ganado

Según (Verdinne, et al, 1993), el lombricompost bovino cumple diversas funciones como ser corregir y mejorar las condiciones físicas y químicas y biológicas, incrementando la disponibilidad del Nitrógeno, fosforo, potasio hierro y azufre, como también estabiliza la reacción del suelo debido a su alto poder tampón, inactiva los residuos de plaguicidas por poseer alta capacidad de adsorción, e inhibición del crecimiento de hongos y bacterias que afectan las plantas, mejora la estructura dando soltura mejora la porosidad y por consiguiente la permeabilidad, incrementa la permeabilidad y mejora el pH .

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen, generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol compostado. El contenido promedio de elementos químicos es de 1.5% de N, 0.7% P y 1.7% K.

### **3.9.4 Aserrín viejo descompuesto**

El aserrín presenta un bajo contenido en humedad y alto contenido en carbono, su degradabilidad es de moderada a pobre (Panzardi et al, 2011).

Maher *et al*, citado por Valdés y Moreno (2008), demostró que las propiedades físicas del aserrín dependen del tamaño de sus partículas y se recomienda que del 20-40% sean inferiores a 0.8 mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0.1 a 0.45 g·cm<sup>3</sup>. La porosidad total es superior al 80%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, pero su capacidad de aireación suele ser adecuada. La ventaja principal del aserrín es su bajo costo, pero al ser un material orgánico entra en descomposición, lo que reduce su vida útil como sustrato.

El aserrín posee una elevada relación carbono nitrógeno (C/N), por lo que los residuos deben de ser composteados con correctores que posean nitrógeno suplementario, antes de ser utilizado. Cuando el aserrín está fresco posee una proporción C/N 300: 1 El aserrín de pino es ácido por naturaleza (3.5-4.5 de pH), teniendo una baja fertilidad inicial, sin embargo compostado suprime la actividad de hongos fitopatógenos, teniendo como resultado una baja mortalidad de plántulas (Landis, 1990).

### **3.9.5 Suelo**

Según infoagro, (2011), el suelo es un medio natural formado en su perfil de una mezcla de minerales materia orgánica en desintegración con una capa delgada de agua y aire que brinda las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas, el cual debe presentar una estructura estable, capaz de permitirle a las plantas, la expresión de su potencial del sistema radicular y crecimiento.

El suelo está constituido por 50% de espacio poroso:

Arena, limo, arcilla 45%, Materia orgánica 1-5%, Agua 25% y Aire 25%

Los principales cationes en el suelo son: calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), hidrógeno (H) y amonio (NH<sub>4</sub>). Las partículas de arcilla son los constituyentes del suelo cargados negativamente. Estas partículas cargadas negativamente (arcillas), retienen y liberan nutrientes cargados positivamente (cationes). Las partículas de materia orgánica también están cargadas negativamente y también atraen cationes. Mientras mayor sea la CIC más cationes puede retener el suelo. Los suelos difieren en su capacidad de retener cationes intercambiables. La CIC depende de la cantidad y tipo de arcillas y del contenido de materia orgánica presentes en el suelo (Colmenares y Donado 2004).

### **3.9.6 Suelo con dosis de fertilizante químico 18-46-0**

**Nitrógeno:** Es un elemento necesario para la etapa de crecimiento de las plantas y durante la producción. Entre las funciones del nitrógeno en las plantas es que: forma parte de las moléculas de proteínas, participa en la transferencia de información genética, la fotosíntesis y presenta una gran movilidad en la planta. Sin embargo la utilización del nitrógeno como sulfato de amonio no es muy recomendable porque aumenta la acidez del suelo, y se recomienda aplicarlo en forma de urea (Suarez, 2012).

**Fósforo:** Su mayor consumo se presenta en el período de crecimiento, es decir durante sus tres primeros años de vida, de la planta, el cual forma parte de las moléculas que conservan y transfieren energía en la planta para procesos metabólicos, es indispensable para la formación de compuestos orgánicos, principalmente hexosas fosfatadas. Experimenta una gran movilidad en la planta. Sin embargo la mayoría de los suelos tienen cantidades suficientes de fósforo para el cafeto (Suarez, 2012).

### **3.9.7 Compost de leguminosas**

Según Seipasa, 2013, el compost a base de leguminosas mejorar las propiedades físicas del suelo, enriquecerlo con un “humus joven” de evolución rápida, además de otros nutrientes minerales y sustancias fisiológicamente activas, así como a activar la población microbiana del suelo, estimulan de forma inmediata la actividad biológica y mejoran la estructura del suelo, por la acción mecánica de las raíces, por los exudados radiculares, por la formación de sustancias pre-húmicas al descomponerse y por la acción directa de las células microbianas y micelios de hongos en su descomposición, se liberan o sintetizan sustancias orgánicas fisiológicamente activas, que tienen una acción favorable sobre el crecimiento de las plantas y su resistencia al parasitismo.

#### **➤ Investigaciones realizadas sobre el uso de abonos orgánicos**

Según investigaciones realizados por Quesada y Mendel, (2005), mediante el uso de la cascarilla de café, en la variable altura de planta en (cm) se han obtenido resultados estadísticamente significativas al ( $p < 0.05\%$ ) al ser utilizado 100% puro, con un altura de la planta de 3.37 cm en comparación con la turba demostrando un crecimiento en la altura de 1.97 cm.

Al evaluar el efecto de composta bovino en almácigos de café variedad caturra se ha encontrado un mayor crecimiento en la altura de la planta, como también al mezclarlo con otros sustratos se presentó un mayor grosor del tallo.

El uso de la cascarilla de café en el comportamiento del desarrollo de número de hojas plántula de café es similar que el uso de la fibra, estadísticamente diferente cuando se realizan comparaciones con la turba donde se presentaron valores de 4.67 y 4.33 contra 3.17 respectivamente (Sepúlveda, 2004).

Al realiza evaluaciones con mezclas de diferentes sustratos 25% cascarilla de café + 75% turba lo cual se presentó un mayor peso fresco, y un numero de hojas mayor de las plántulas de café, como también al utilizar aserrín de pino mezclado con suelo en proporciones de 25, 50% y 75%.

El uso de diferentes sustratos orgánicos con diferentes mezclas favorece el desarrollo de las plántulas debido a sus características propias que poseen; como también al aporte nutricional lo que propicia la expresión de un mayor efecto sobre las plántulas.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODO**

### **4.1 Localización geográfica del experimento**

El trabajo de investigación se realizó en la Sección de Cultivos Industriales de la Universidad Nacional de Agricultura, ubicada entre 14°26´ y 14°53´ latitud norte, 86°19´ y 86°46´ longitud oeste, a 6 Km al sur este de la ciudad de Catacamas situada a una altura de 350 msnm, con una precipitación anual promedio de 1300 mm, una humedad relativa de 74% y una temperatura anual promedio de 25 °C (Servicio Meteorológico Nacional 2012).

### **4.2 Materiales y equipo**

A nivel de campo se usó: Cinta métrica, estacas, etiquetas de identificación, cabuya, machetes, azadones, piochas, abonos orgánicos, desinfectante de suelo, cinta métrica, croquis de campo, hoja de registro, bolsas de polietileno, semillas de Cacao.

### **4.3 Manejo del experimento**

Las semillas que se utilizaron de cacao fueron sometida a un proceso de inmersión en agua a temperatura ambiente durante dos días para acelerar el proceso de germinación y emergencia de la semilla; luego se sembraron en el semillero, como también se realizó una desinfección del suelo para evitar daños por la presencia de algunas enfermedades asociadas a plagas del suelo, las semillas permanecieron en el semillero por un intervalo de tiempo de 45 días para su germinación y emergencia en el semillero.



Luego pasaron a una segunda etapa lo cual fueron trasplantadas al vivero a los diferentes medios de producción de las plántulas; lo cual es el lugar donde se llevó a cabo el registro de la toma de datos de las variables a evaluar durante la investigación del experimento, los datos se midieron los 45 y 70 días después del trasplante de las plántulas al vivero para evaluar el efecto de los diferentes medios de producción de plántulas de cacao.

#### **4.3.1 Preparación de sustratos orgánicos**

El lombricompost a base de estiércol de ganado y el de pulpa de café fueron preparados en la sección de recursos naturales de la UNA, el cual dichos sustratos sometidos a un proceso de descomposición durante tres meses, a través de la lombriz californiana (*Eisenia foetida*) la cual realiza la función de descomponer en menor tiempo a través de un medio aeróbico, por lo que se regula la temperatura removiendo dicho sustratos.

Aserrín descompuesto se utilizó obteniendo aserrín que fue pasado varios años en su proceso de descomposición debido a su alta relación C, N que lo hizo no disponible para ser utilizado inmediatamente después de ser extraído de la madera

La cascarilla de arroz que se utilizó en uno de los tratamientos fue sometida a un proceso de descomposición por un periodo de tiempo de un mes, para que obtuviera una mayor disponibilidad de nutrientes y mejor retención de humedad.

También se utilizó un suelo franco en un tratamiento como testigo ya que es el medio de producción de plántulas de cacao más utilizable por los productores en las fincas, y también para hacer las diferentes mezclas con los diferentes sustratos orgánicos para realizar las comparaciones en lo que consistió el experimento.

#### **4.3.2 Llenado de bolsa**

Se utilizaron bolsas de polietileno para vivero con una medida de 7\*8 el cual se realizaron las mezclas de los diferentes sustratos con las proporciones anteriormente detalladas. Se necesitaron 168 bolsas en total para el experimento conteniendo un promedio de 2- 3 lbs de sustrato con su respectiva mezcla cada unidad experimental.

#### **4.3.3 Siembra del semillero**

El semillero se sembró en una era construida de concreto que se encuentra disponible en el área de cultivos industriales, lo cual se utilizó suelo como medio de producción de las plántulas el cual se colocó la semilla en surcos, conteniendo de 35-40 semillas cada uno, sembrando un total de 2 lbs de semilla de cacao.

#### **4.3.4 Trasplante a bolsa**

El trasplante se realizó cuando las plántulas de cacao ya habían emitido las hojas cotiledóneas, el cual se realizó asiendo un agujero en cada de las unidades experimentales introduciendo las plántulas de una manera cuidadosa para evitar daños al sistema radicular de las plantas, luego se selló el agujero para evitar la excesiva entrada de aire a la planta evitando así ocasionarle daños a la raíz.

#### **4.3.5 Riego y manejo del vivero**

El riego se realizó de forma manual con intervalos entre riego de acuerdo a las condiciones de humedad que presento el semillero, vivero, y a las exigencias del agua de las plántulas

de cacao como también de acuerdo las condiciones climáticas que se presentaron. Se aplicó riego en una dosis de 60 ml de agua para cada una de las unidades experimentales de los tratamientos para reducir el error experimental.

#### 4.4 Tratamientos evaluados en el campo

**Cuadro 1.** Tratamientos que se evaluaron en el campo.

Tratamiento	Descripción
T1	100% Suelo, testigo
T2	50 % Estiércol de Ganado + 50% Suelo
T3	50% Casulla de arroz + 50% Suelo
T4	50% Aserrín de pino viejo + 50% Suelo
T5	50% Lombricompost de pulpa de café + 50% Suelo
T6	100% Suelo con dosis de fertilizante químico 18-46-0
T7	100% compost de leguminosas

#### 4.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con siete tratamientos, el cual se obtuvieron cuatro repeticiones, con 24 observaciones cada uno, para un total de 168 unidades experimentales.

#### 4.6 Modelo estadístico

Morales, M.F. (2011).  $X_{ij} = \mu + \tau + e_{ij}$

Dónde:

$X_{ij}$  = Variable aleatoria observable

$\mu$  = Media general

$\tau$  = Efecto de  $i$  – esimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental, distribución normalmente, con promedio cero, varianza y no correlacionados

#### **4.7 Variables evaluadas**

##### **➤ Altura de las plántulas**

Se realizó la medición con una regla graduada en centímetros (cm) de la altura de las plantas el cual se muestrearon el 17% y se tomaron datos de altura desde la base del tallo hasta el ápice de la planta cada una de las mediciones se realizó a los 45 y 70 días después de trasplante de las plántulas (Pineda 2007).

##### **➤ Numero de hojas**

Se realizó tomando en cuenta únicamente el número de hojas verdaderas contenidas por planta lo cual se muestrearon el 17% de cada uno de los tratamientos a los 45 y 70 días después del trasplante.

##### **➤ Grosor del tallo**

El grosor del tallo se midió en centímetros (cm), utilizando como instrumento el pie de rey colocándolo en la parte central del tallo, a una altura de 3 cm de la base del tallo, se tomó el 17% de las plantas muestreadas para realizar un promedio y así reducir el error experimental de las inferencias externas el cual se realizó la medición a los 45 y 70 días después del trasplante.

➤ **Tiempo a trasplante al campo definitivo**

Se tomó en cuenta en días a través del crecimiento y desarrollo que presentaron las plántulas sometidas a diferentes tratamientos con los sustratos orgánicos ya que esta variable permitió reducir el tiempo en vivero.

➤ **Estructura pilón**

Se midió en porcentaje en base al 17% de las plántulas muestreas tomando como indicadores; compactación, deformación y despegue de la raíz la toma de datos se realizó a los 70 días después del trasplante de las plántulas a las unidades experimentales.

➤ **Peso de la biomasa vegetativa**

Se determinó el aporte de biomasa de la planta en base al peso fresco para cada tratamiento; el cual consistió en tomar toda la parte vegetativa de las plantas muestreadas a través del proceso de aleatorización, tomando el 17% de las plantas por tratamiento las cuales se pesaron en una balanza analítica en (g), para poder determinar a través del análisis estadístico cuál de los diferentes tratamientos se obtuvo un mayor peso vegetativo de las plantas (Fernández, 2007).

➤ **Peso de la biomasa sistema radicular**

Se realizó pesando a través de una balanza analítica (g), la biomasa fresca de las plantas, tomando en cuenta únicamente toda la parte que conforma del sistema radicular arrancando el 17% de las plantas por cada uno de los tratamientos.

#### **4.8 Análisis estadístico**

A los datos obtenidos de las variables se les aplico un análisis de varianza al 5% (0.05) de significancia para los siete tratamientos y una prueba de media de Duncan y contrastes

ortogonales para hacer comparaciones de las medias de los distintos tratamientos para aquellas variables que resultaron positivas.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se presentan los promedios para la variable, altura de planta(cm), numero de hojas y diámetro del tallo(mm) de las plántulas DE Cacao observándose alta Significancia Estadística ( $P < 0.01$ ) para altura y el numero de hojas (Anexos 1 y 2) y Significancia Estadística ( $P < 0.05$ ) para el diámetro del tallo (Anexo 3) Es importante mencionar que esta diferencia posiblemente se deba a la diferencia de los sustratos y el aporte que estos hacen de nutrientes que pueden ser absorbidos por las plántulas así como el mejoramiento en las características de permeabilidad, almacenamiento de agua y en la facilidad de penetración del sistema radicular de las plántulas.

**Cuadro 2.** Promedios para las variables Altura de Planta (cm), Número de Hojas y Diámetro del Tallo (mm) de las Plántulas de Cacao según los tratamientos evaluados.

<b>Descripcion</b>	<b>Alt. De Planta (cm)</b>	<b>N. De Hojas</b>	<b>Diámetro Del Tallo (mm)</b>
100% Suelo	13,250 a'	9,00 ab	3,250 a'
80% Suelo + 20% Cascarilla de arroz	11,275 b	8,75 ab	2,975 ab
50% Suelo + 50% Aserrin	12,325 ab	9,25 ab	2,875 ab
50% Suelo + 50% Lombricompost Bovino	13,400 a'	9,00 ab	2,550 ab
50% Suelo + 50% Cerdaza	12,750 ab	9,75 ab	2,700 ab
50% Suelo + 50% Compost Mucuna	12,250 ab	11,25 a'	2,775 ab
Testigo (18-46-00)	9,250 c	7,50 b	2,250 b
<b>ANAVA</b>			
Trat.	**	**	*
R <sup>2</sup>	0,722	0,89	0,78
C.V	8.3	12.4	9.4

**\*\*= Alta Significancia Estadística (P<0.01)**

**R2 = Coeficiente De Determinación**

**C.V = Coeficiente De Variación**

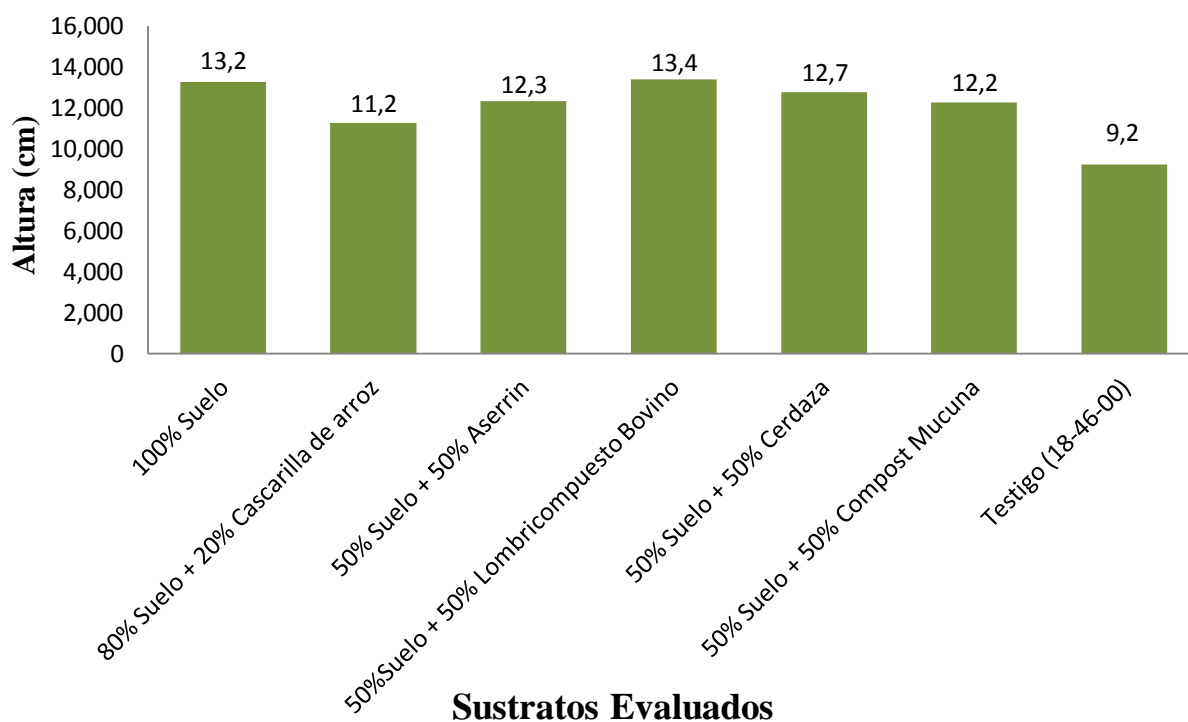
**ns = No Significativo estadísticamente (P>0.05)**

**\* = Significativo Estadísticamente (P<0.05)**

**' = letras iguales representan Valores Estadísticamente Similares**

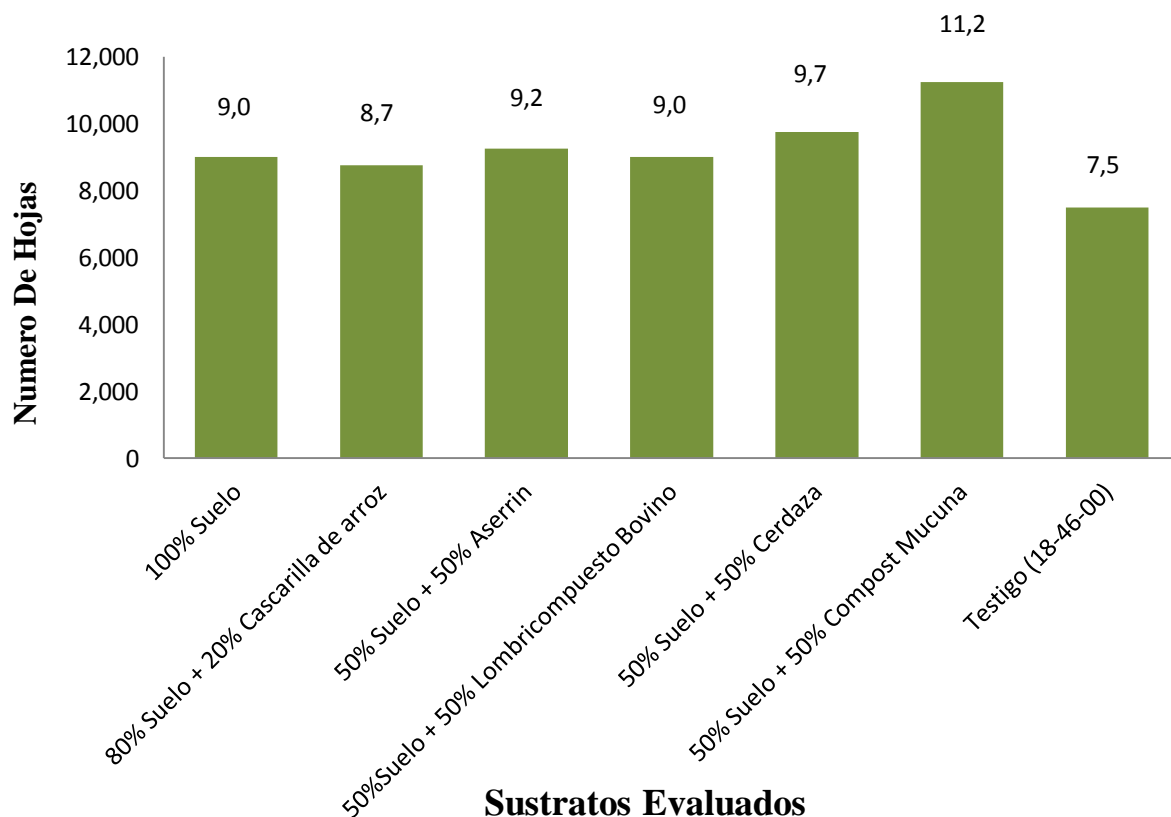


La figura 1 muestra los promedios encontrados para la variable altura de planta (cm) donde resaltan los tratamientos con casquilla de arroz y el tratamiento con 100% fertilización química los cuales obtuvieron los valores más bajos siendo este ultimo el peor (9.2 cm). Esto pudiese ser explicado a que posiblemente el 18-46-00 su tiempo de disolución es mayor a 10 días lo que provoco falta de nutrición en las plantas. De igual manera la cascarilla de arroz por su alto contenido de lignina y su alta relación Carbono Nitrógeno que requiere para su descomposición así como el tiempo necesario ocasionó deficiencia nutricional. Sin embargo a diferencia del 18-46-00 la cascarilla de arroz colaboro en la infiltración y drenaje de agua en la bolsa. Restan los Tratamientos Orgánicos los cuales fueron estadísticamente similares (Tukey  $P < 0.05$ ) proporcionando los valores significativos en el aporte de nutrientes a las plántulas de Cacao. Destaca el valor numérico para el Lombricompost elaborado a partir de estiércol bovino con 13.4 cm de altura para las plántulas de Cacao.



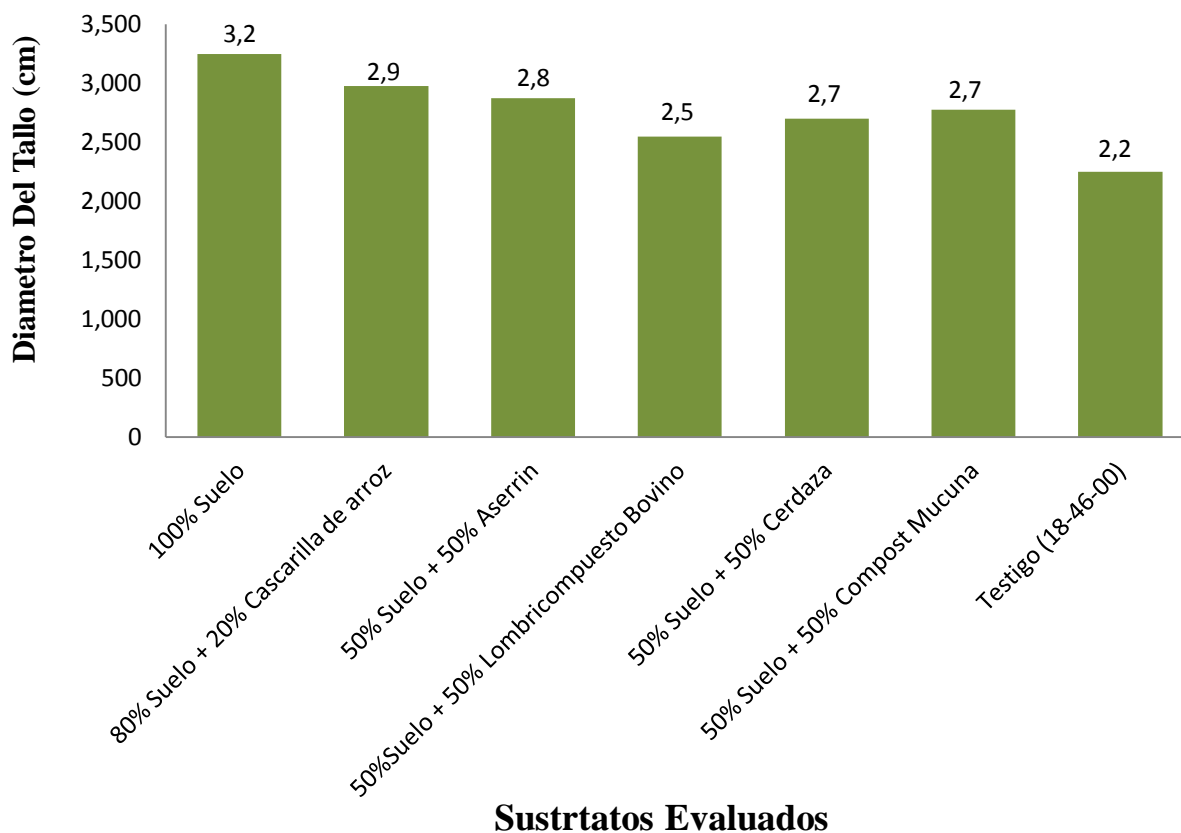
**Figura 1.** Altura (cm) promedio de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado.

En la figura 2 el comportamiento de las plántulas de Cacao en la emisión de hojas se vio afectado por los sustratos con los cuales se llenaron las bolsas siendo la fertilización química la que presentó el menor número de hojas. Esto posiblemente se debe a que el suelo usado tuvo problemas de infiltración y compactación lo que dificultó el crecimiento de las plántulas. También se observa que los sustratos orgánicos provocaron similar respuesta en la emisión de hojas por las plántulas de Cacao siendo estas similares estadísticamente (Tukey  $P < 0.05$ ) por lo que puede explicarse aporte de nutrientes y mejoramiento de la capacidad de infiltración y estructura del sustrato usado en la producción de las plántulas.



**Figura 2.** Promedio del número de hojas de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado.

En la figura 3 se muestran los valores encontrados para el diámetro de tallo observándose que la fertilización química 18-46-00 presento los promedios más bajos, de igual manera, se que los sustratos orgánicos muestran una mejoría en las características de las plántulas de Cacao.



**Figura 3.** Promedio del Diámetro del tallo (mm) de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado

En el cuadro 3 se encuentran los valores promedios encontrados para el área foliar, la biomasa vegetativa (g) y biomasa de la raíz (g) de las plántulas de Cacao encontrándose alta significancia estadística ( $P < 0.01$  para el área foliar (Anexo 4) y para la biomasa radicular (Anexo 6) de la plántula de Cacao así como significancia estadística ( $P < 0.05$ ) para la biomasa vegetativa (Anexo 5).

Es importante destacar que esta diferencia posiblemente se debe al aporte nutricional de cada sustrato y al mejoramiento de la calidad de características como infiltración y estructura.

**Cuadro 3.** Promedios para las variables Área foliar, Biomasa Vegetativa (g) y Biomasa de Raíz (g) de las Plántulas de Cacao según los tratamientos evaluados.

Descripcion	Área Foliar	Biomasa Vegetativa (g)	Biomasa De Raíz (g)
100% Suelo	11,9363 c	3,3750 a'	0,3375 c
80% Suelo + 20% Cascarilla de arroz	9,1000 c	2,7250 bc	0,3375 c
50% Suelo + 50% Aserrin	16,7165 b	2,7475 bc	0,6825 a'
50% Suelo + 50% Lombricompost Bovino	24,7596 a'	3,2800 a'	0,6250 ab
50% Suelo + 50% Cerdaza	22,2172 a'	3,1925 ab	0,4375 c
50% Suelo + 50% Compost Mucuna	20,8472 ab	3,1125 bc	0,4825 bc
Testigo (18-46-00)	17,7928 b	2,6150 c	0,4625 c
<b>ANAVA</b>			
Trat.	**	*	**
R <sup>2</sup>	0,818	0,518	0,649
C.V	14.5	13.8	13.6

**\*\*= Alta Significancia Estadística (P<0.01)**

**R2 = Coeficiente De Determinación**

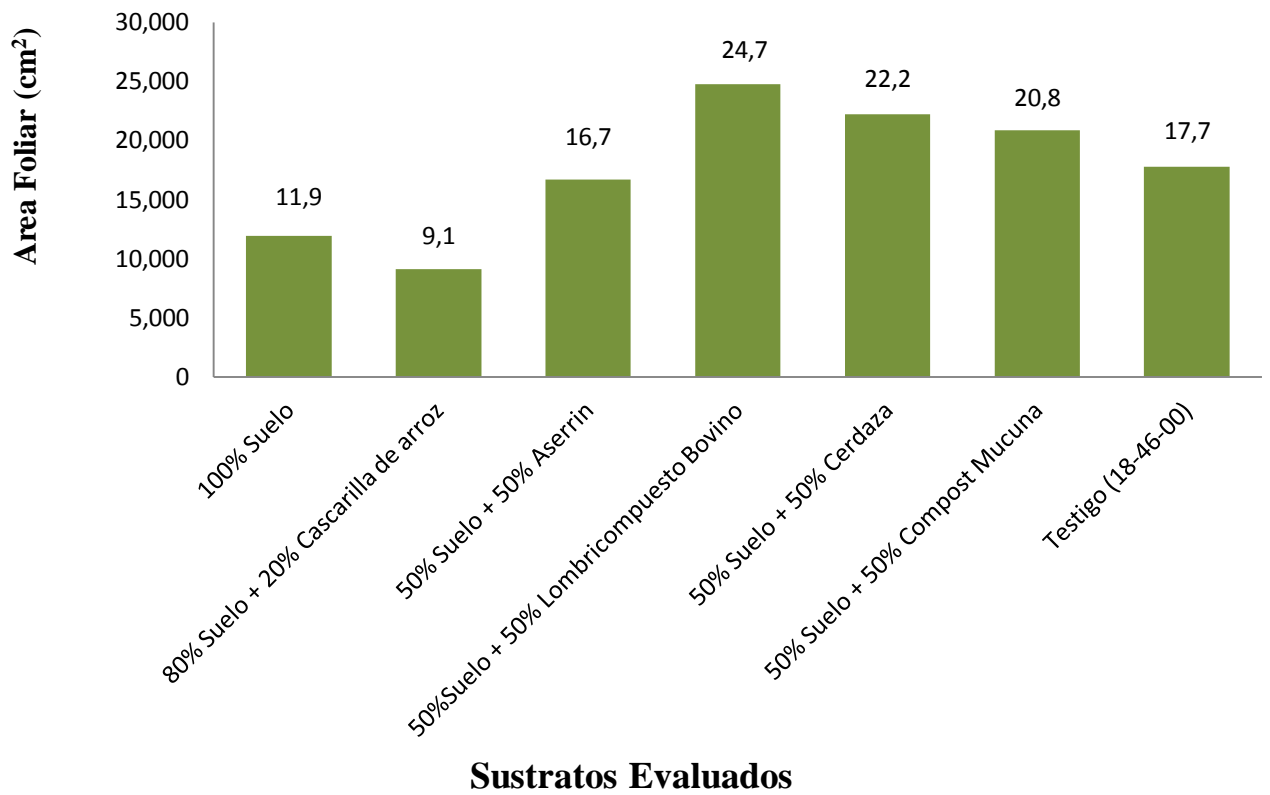
**C.V = Coeficiente De Variación**

**ns = No Significativo Estadísticamente ( $P > 0.05$ )**

**\* = Significativo Estadísticamente  
( $P < 0.05$ )**

**' = letras iguales representan Valores  
Estadísticamente Similares**

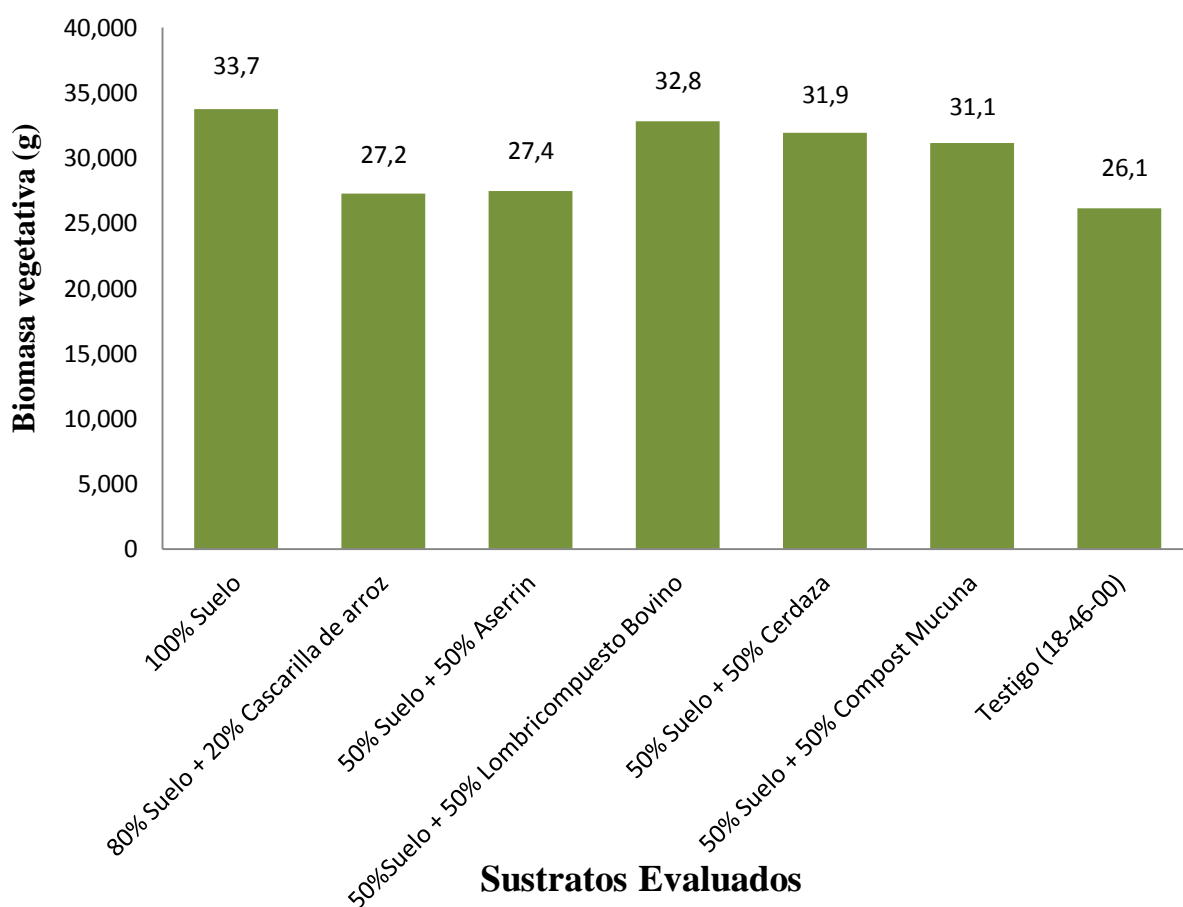
El Lombricompuesto elaborado a partir de estiércol bovino presento los valores más altos ( $24.7 \text{ cm}^2$ ) lo que favorece al proceso fotosintético de la plántula logrando así un mejor crecimiento y desarrollo de la planta para la fabricación de su alimento. El sustrato con cascarilla de arroz presento los valores más bajos debido posiblemente a la falta de nutrientes en el sustrato siendo deficiente la concentración para la planta de Cacao (Figura 4).



**Figura 4.** Promedio del Área foliar (cm) de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado.

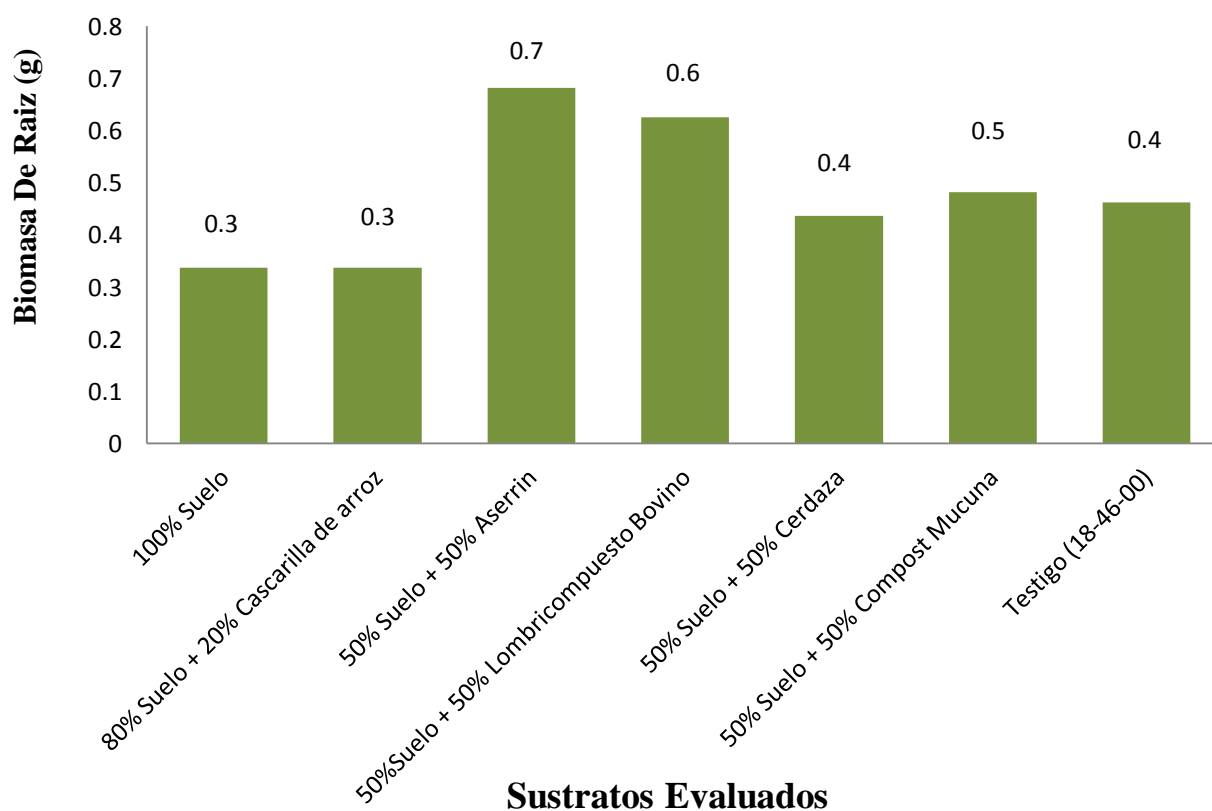
En la figura cinco se puede observar los valores promedios para la biomasa vegetativa de la plántula de Cacao siendo los sustratos orgánicos similares Estadísticamente superando a la fertilización química.

El aporte de nutrientes por parte de los sustratos orgánicos y la disponibilidad y absorción por parte de las plántulas favoreció su desarrollo vegetativo ocasionando un efecto sobre su altura, número de hojas y diámetro del tallo lo que se traduce en un mayor peso vegetativo.



**Figura 5.** Promedio de la Biomasa Vegetativa (g) de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado.

El Lombricompost elaborado a partir de estiércol bovino también presento valores significativos en el peso radicular (0.6) lo que se traduce en mayor cantidad de raíces por las plántulas de Cacao (figura 6). Destaca que la cascarilla de arroz obtuvo los promedios más bajos al igual que el 100%. Es importante destacar que los sustratos orgánicos fueron estadísticamente similares debido al aporte nutricional que estos hacen al sustrato y que son absorbidos por las plántulas.



**Figura 6.** Promedio de la Biomasa De Raiz (g) de las plántulas de Cacao según el Sustrato Evaluado.



## **VI. CONCLUSIONES**

- ❖ Los Sustratos Orgánicos mejoraron el crecimiento y desarrollo de las plántulas de Cacao.
- ❖ El Lombricompuesto elaborado a partir del Estiércol bovino presento los mejores promedios para las variables evaluadas en las plántulas de Cacao.
- ❖ El crecimiento y desarrollo de las plántulas de Cacao no se vio afectado por la fertilización química.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- ❖ Usar el Lombricompuesto elaborado a partir de Estiércol bovino en la producción de plántulas de Cacao en la sección de Cultivos Industriales.
  
- ❖ Continuar con la Evaluación a nivel de vivero y a nivel de campo para verificar el efecto en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de Cacao.
  
- ❖ Evaluar otros sustratos orgánicos buscando disminuir costos.
  
- ❖ Difundir resultados a nivel de productores sobre todo por el crecimiento en área del cultivo en el departamento de Olancho

## VIII. BIBLIOGRAFIA

\_\_\_\_(s.f.). Productos agri-nova science. (En línea) Consultado el 7 de abr del 2013.  
Disponible en: [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm).

Abad-Berjon, M. Noguera-Murray P, y Carrión-Benedito C. Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Urrestarazu-Gavilán. Cultivo sin suelo. Madrid: Mandí Prensa, 2004. 113-158. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho HN. Universidad Nacional de Agricultura 24 p.

Buckman, O. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Primera edición. Ed. TONSA. San Sebastián. España. Pag 528-543.

Calderón, F. 2002. La cascarilla de arroz "caolinizada"; una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos (en línea).Bogotá D.C., Colombia S.A. Consultado el 11 de octubre del 2013. Disponible en: [http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla\\_Caolinizada/La\\_Cascarilla\\_Caolinizada.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm).

Colmenares, D. y Donado L. 2004. Modelo de conductividad hidráulica en suelos (en línea). Consultado el 14 de octubre del 2013. Disponible en: [http://www.docentes.unal.edu.co/lddonadog/docs/Grade\\_Docs/Donado/.pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/lddonadog/docs/Grade_Docs/Donado/.pdf)

Corpoica.org 2013. Cacao orgánico, uso de la gallinaza como abono orgánico. Consultado en la web el 28 de octubre 2013. Disponible en: <http://www.agro20.com/group/agricultura-organica/forum/topics/agro20-cacao-org-nico-uso-de-la-gallinaza-como-abono>.

Cruz-Crespo E, Sandoval-Villa M, VolkeHaller V, Ordaz-Chaparro V, Tirado-Torres JL, Sánchez- Escudero J. (en línea). Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas: Terra Latinoamericana 2010; 28: 219-229. Consultado el 4 de abr del 2013. 20 p.

Edward, I. 2009. Propuesta de manejo de cacao orgánico. Proyecto: Paz y conservación binacional en la cordillera del cóndor, Ecuador-Perú-Fase II. Conservación Internacional. Lima Perú. 2009.

EMISON. Compostaje. Consultado en la web el 28 de octubre de 2013. Disponible en: [http://www.emison.com/compostaje\\_pdf](http://www.emison.com/compostaje_pdf).

Estrada, M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Consultado en la web el 29 de octubre de 2013. Disponible en: <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/vol2n1/gallinaza.pdf>.

FHIA, 2005. Proyecto Control de la Moniliasis Guía práctica: producción de plantas de Cacao por injerto. Proyecto Control de la Moniliasis. La Lima, Cortés. FHIA, APROCACAO, PROMOSTA, 12 p.

Gallardo, J. 1998. Producción de plantines de tomate en medios de crecimiento formulados con suelo: Horticultura Argentina. Sustratos para plantas tipos y características. Consultado el 29 de mar del 2013. 25, 27 y 40 p

Gallinaza México, 2004. La gallinaza como abono orgánico, consultado en la web el 29 de octubre 2013. Disponible en: [http://www.gallinaza.com/composta\\_gallinaza\\_abono\\_organico.php](http://www.gallinaza.com/composta_gallinaza_abono_organico.php).

Gómez, V. 2011. Abonos orgánicos, serie: producción orgánica de hortalizas de clima templado. PYMERURAL y PRONAGRO. Consultado en la web el 28 de octubre 2013. Disponible en: <http://www.econegociosagricolas.com/ena/files/abonos-24-05-2011.pdf>.

HAUG, R. T. The practical Handbook of Compost Engineering, Lewis Publishers 1993.

Henríquez, C, 2003. Produciendo abono de lombriz. Consultado en la web el 1 de noviembre 2013. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/av0712\\_lombriz.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/av0712_lombriz.pdf).

Infoagro. Propagación por semilla. Consultado en la web el 1 de noviembre de 2013. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao3.htm>.

Landis, T. 1990. Producción de Especies Forestales en Contenedor: Medios de Crecimiento E.U.A. Consultado el 10 de abr del 2013. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho, HN. UNA. 12,16 p.

Leal, L. 1990. Principios de composteo Fermentación al aire libre de materia orgánica. En Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. Ed AGT EDITOR, S.A. México. Pag 85-91

Maher, M. 2008. Serie horticultura. Revista Chapingo vol.18 núm., 1, 2012 p. 95-111. Consultado el 13 de octubre del 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60923315007> MX

Meeus, V, et al. 1993. Contaminación de los suelos por los desechos de la cría de ganado. En residuos ganadero. Ed. AEDOS. Barcelona, España. Pag 26-38.

Mejía, f. et al. Abono orgánico, manejo y uso en el cultivo de cacao. Bucaramanga, 2002.

Michael J. 2009. Características, ventajas y propiedades físico químicas de la cascarilla de arroz. (En línea). Consultado el 12 de octubre del 2013. Disponible en: <http://los-invernaderos-123.blogspot.mx/2010/02/caracteristicas-ventajas-y-propiedades.html>

Morales, L. (2002). La cascarilla de arroz. Consultado el 11 de octubre del 2013. Disponible en: <http://no-more-school10.wikispaces.com/como+hacer+abono+organicoabono+organico>

Morales, L. 1999. Sustratos para cultivo sin suelo o hidroponía. CR. (En línea). Consultado el 28 de mar 2013. Tesis. Ing. Agr. Catacamas HN p13 Disponible en: [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-III\\_095.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_095.pdf)

Morales, M.F. (2011). Eficacia de productos químicos, orgánicos y biológicos en el control de mal de talluelo (*rhizoctonia solani*) y pudrición de raíz (*fusarium spp.*) en plántulas de café. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura 62 pág

OIRSA, 2002. Producción de sustratos para vivero: Proyecto regional para el fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria para los cultivos de exportación no tradicional

OIRSA. 2009. Producción de sustratos para vivero Proyecto regional para el fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria para los cultivos de exportación no tradicional

Palencia, C, et al, 2002. Guía técnica de abonos orgánicos en el cultivo de cacao. Consultado en la web el 29 de octubre de 2013. Disponible en: [http://turipana.org.co/abono\\_cacao.htm](http://turipana.org.co/abono_cacao.htm)

Panzardi, R. Quiroz, N. y Mansilla, P. 2011. Efecto de la aplicación de aserrín de algarrobo en el suelo sobre las propiedades físicas y químicas. Consultado el 9 de octubre del 2013. Disponible en: <http://agr.unne.edu.ar/Extension/Res2011/Suelo/Suelos-05.pdf>

PASOLAC. Guía técnica de conservación de suelos y agua. Consultado en la web el 2 de noviembre de 2013. Disponible en: [http://www.funica.org.ni/docs/conser\\_sueyagua\\_49.pdf](http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_49.pdf)  
Pineda, A. 2007. Sustratos utilizados en semilleros como alternativas de reducción de costos. HND. (En línea). Consultado el 27 de octubre del 2013. P1-3

Quesada, R. y Mendel S. (2005). Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas agronomía mesoamericana, Jul-dic, año/vol, 16 numero 002 Universidad de Costa Rica, Alajuela CR, P 171-183. Consultado el 28 de octubre del 2013

Quiroa, Y. s.f. Manual de lombricompost, guía práctica para el desarrollo de un negocio de lombricompost y mercados potenciales en el sur-occidente de Guatemala. Consultado en la web el 1 de noviembre 2013. Disponible en: [www.proyectocambio.org/admin/documents/132](http://www.proyectocambio.org/admin/documents/132)

Rocha, J. Alimentos (Cerdaza o porquinaza). Consultado en la web el 1 de noviembre 2013. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/55057562/Cerdaza#download>.

Santos, A. Abonos orgánicos. Consultado en la web el 28 de octubre 2013. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>.

Seipasa, 2013. Las leguminosas, como valor nutricional para el suelo (En línea). Consultado el 13 de octubre del 2013. Disponible en [http://seipasa.blogspot.com/2013/05/las-leguminosas-como-valor-nutricional\\_31.html](http://seipasa.blogspot.com/2013/05/las-leguminosas-como-valor-nutricional_31.html)

Sepúlveda, M.I 2004. Utilización de pino compostado en almacigo de hortalizas. Universidad de Talca, Chile. Escuela de Agronomía. Consultado el 29 de octubre del 2013  
Servicio Meteorológico Nacional. 2012. Base de datos estación Catacamas, Olancho. Consultado el 11 de octubre. 2013. Tesis, Ing. Agr. Universidad Nacional de agricultura Catacamas, Olancho. P 44.

Suarez, M.R. 2012. Requerimientos nutricionales y la fertilización del cultivo del café. (En línea). Consultado el 13 de octubre del 2013. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos94/requerimientos-nutricionales-y-fertilizacion-del-cultivo-del-cafe/requerimientos-nutricionales-y-fertilizacion-del-cultivo-del-cafe.shtml>

Tajuelo, M y Pizarro, F. (s.f.). El agua, el suelo y la planta consultado el 10 de abr del 2013. Disponible en: [www.elriego.com](http://www.elriego.com)

Tepetlixpan, B. y Izcalli R. (s.f.). Producción orgánica. Consultado el 9 de abr del 2013. Disponible en: [http://www.cosechandonatural.com.mx/sustratos\\_y\\_sus\\_caracteristicas\\_articulo44.html](http://www.cosechandonatural.com.mx/sustratos_y_sus_caracteristicas_articulo44.html)

Tortosa G, 2008. Definición de compostaje. Consultado en la web el 29 de octubre 2013. Disponible en: <http://www.compostandociencia.com/2008/09/definicion-de-compostaje.html>.

Universidad de Oklahoma. Métodos para la producción porcina y manejo de estiércol. Consultado en la web el 1 de noviembre 2013. Disponible en: [http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/metodos\\_para\\_la\\_produccion\\_porcina\\_y\\_manejo\\_del\\_estiercol.html](http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/metodos_para_la_produccion_porcina_y_manejo_del_estiercol.html)



## IX. ANEXOS

**Anexo 1.** Análisis de Varianza para la variable altura de la planta de cacao, según los tratamientos aplicados.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>R. Cal</b>	<b>Signif.</b>
Trat.	6	49,222	8,204	9,089	**
Error	21	18,935	0,903		
Total	27	6,177			
R <sup>2</sup>	0,72				
C.V	8.3				

**Anexo 2.** Análisis de Varianza para la variable numero de hojas de la planta de cacao, según los tratamientos aplicados.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>R. Cal</b>	<b>Signif.</b>
Trat	6	30,714	5,119	2,067	ns
Error	21	52,000	2,476		
Total	27	82,714			
R <sup>2</sup>	0,89				
C.V	12.4				

**Anexo 3.** Análisis de Varianza para la variable diámetro del tallo de las plantas de cacao, según los tratamientos aplicados.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>R. Cal</b>	<b>Signif.</b>
Trat	6	2,429	0,405	1,759	ns
Error	21	4,833	0,230		
Total	27	7,261			
$R^2$	0,78				
C.V	9.4				

**Anexo 4.** Análisis de Varianza para la variable área foliar de las plantas de cacao según los tratamientos aplicados.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>R. Cal</b>	<b>Signif.</b>
Trat	6	753,055	125,509	15,726	**
Error	21	167,605	7,981		
Total	27	920,660			
$R^2$	0,818				
C.V	14.5				

**Anexo 5.** Análisis de Varianza para la variable biomasa vegetativa (g) de las plantas de cacao, según los tratamientos aplicados.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>R. Cal</b>	<b>Signif.</b>
Trat	6	2,224	0,371	3,756	*
Error	21	2,073	0,099		
Total	27	4,297			
R <sup>2</sup>	0,518				
C.V	13.8				

**Anexo 6.** Análisis de Varianza para la variable biomasa de raíz (g) de las plantas de cacao, según los tratamientos aplicados.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>R. Cal</b>	<b>Signif.</b>
Trat	6	0,419	0,070	6,462	**
Error	21	0,227	0,011		
Total	27	0,646			
R <sup>2</sup>	0,649				
C.V	13.6				