

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE SEIS  
CONCENTRACIONES DE BIOFERMENTOS EN EL CRECIMIENTO  
DE PLANTONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA FASE DE  
VIVERO**

**TESIS**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Carlos Sajami Ruíz**

**PROMOCIÓN II-2006**

**Tingo María – Perú**

**2013**

**F62**

**S17**

**Sajami Ruiz, Carlos**

Determinación de la influencia de seis concentraciones de biofermentos en el crecimiento de plántones de cacao (*theobroma cacao* L.) en la fase de vivero - Tingo María, 2013

69 páginas; 15 cuadros; 07 figuras; 30 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

**1. INFLUENCIA**

**2. CONCENTRACIONES**

**3. CACAO**

**4. BIOFERMENTOS**

**5. PLANTONES**

**6. VIVERO**

## DEDICATORIA

A mis padres **José Pedro y Nancy Del Carmen**, con el amor y cariño de siempre. Mi eterno agradecimiento por su apoyo moral y abnegado sacrificio que hicieron posible mi formación profesional.

A mí querida hermana: **Ledy Sajami Ruiz**, Q.P.D.D.G., quien desde la gloria del señor ve realizado mi sueño.

A mis hermanos: **José, César Augusto y Percy**, con cariño y gratitud; pensar en ellos representó estímulo indeclinable de superación.

A **Katty Teresa Torres T.** mi compañera, quien me da fuerza y amor para seguir esforzándome.

A mis queridos hijos: **Diego Alonso y Ariana Sofía** por brindarme motivos de superación y ser la alegría de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

- A Dios, ser omnipotente por iluminar y guiar mi camino a cada paso que doy.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Alma Mater, en especial a los profesores de la Facultad de Agronomía, por permitirme la culminación de mi carrera profesional.
- Al Ing. Jaime Joseph Chávez Matías, asesor del presente trabajo de investigación, por su orientación y consejos en su ejecución.
- Al Ing. M. Sc. Hugo Huamaní Yupanqui, Ing. Carlos Miguel Miranda Armas y Blgo. M. Sc. Julio Chía Wong, miembros del jurado de tesis, por su colaboración para mejorar el presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Miguel Arcayo Ocaña, por sus consejos y apoyo logístico en la ejecución del presente trabajos de tesis.
- A mi primo Miguel Ángel Ruiz Pinedo, por su apoyo en los trabajos de campo.
- Al Ing. Jordán Herrera Aranda, por su colaboraron durante la ejecución del presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	12
2.1. Generalidades del cultivo del cacao en el Perú .....	12
2.1.1. Origen y distribución geográfica.....	13
2.2. Propagación del cultivo de cacao .....	14
2.2.1. Propagación sexual .....	14
2.2.2. Construcción de viveros.....	16
2.2.3. Preparación del sustrato .....	17
2.3. Nutrición del cacao .....	18
2.4. Biofermentos.....	19
2.5. Abonos líquidos (biol) .....	20
2.6. Importancia de los nutrientes en el cacao.....	25
2.6.1. Auxinas .....	25
2.6.2. Giberelinas (GA <sub>3</sub> ) .....	26
2.5.3. Citoquininas .....	27
2.7. Trabajos experimentales.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS. ....	32
3.1. Ubicación del campo experimental.....	32
3.2. Componentes en estudio.....	32

3.3.	Tratamientos en estudio.....	33
3.4.	Diseño experimental.....	34
3.5.	Modelo aditivo lineal.....	34
3.6.	Disposición experimental. ....	35
3.7.	Metodología del experimento.....	36
3.7.1.	Ubicación e historial del terreno .....	36
3.7.2.	Elaboración del biofermento.....	36
3.7.3.	Análisis químico del biofermento.....	38
3.7.4.	Análisis microbiológico del biofermento .....	40
3.7.5.	Preparación de las unidades experimentales.....	40
3.7.6.	Preparación del sustrato .....	41
3.7.7.	Siembra.....	41
3.7.8.	Recalce .....	41
3.7.9.	Deshierbo.....	42
3.7.10.	Riego.....	42
3.7.11.	Sombra.....	42
3.7.12.	Aplicación de biofermento .....	42
3.7.13.	Control fitosanitario .....	43
3.8.	Parámetros evaluados. ....	43
3.8.1.	Altura de planta .....	43
3.8.2.	Diametro de tallo .....	44

3.8.3.	Tasa de crecimiento.....	44
3.8.4.	Peso fresco y seco.....	44
3.8.5.	Area foliar.....	44
3.9.	Análisis económico.....	44
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1.	Características biométricas del cultivo.....	46
4.1.1.	Altura de planta.....	46
4.1.2.	Tasa de crecimiento.....	50
4.1.3.	Diámetro de tallo.....	52
4.1.4.	Peso seco de tallo.....	55
4.1.5.	Peso seco de raíz.....	57
4.1.6.	Area foliar.....	60
4.2.	Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	63
V.	CONCLUSIONES.....	65
VI.	RECOMENDACIONES.....	66
VII.	RESUMEN.....	67
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	68
IX.	ANEXO.....	73

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
1. Contenido de nutrimentos de algunos purines producidos en los Andes Ecuatorianos .....	21
2. Descripción de los tratamientos en estudio .....	33
3. Esquema del análisis de variancia.....	34
4. Análisis químico del biofermento .....	39
5. Análisis microbiológico del biofermento.....	40
6. Análisis de variancia de la altura de plantones de cacao a los tres meses de evaluación en fase de vivero.....	47
7. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura de plantones de cacao a los 90 días.....	48
8. Análisis de variancia del diámetro del tallo de plantones de cacao a los tres meses de evaluación en fase de vivero.....	52
9. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro de tallo de plantones de cacao.....	53
10. Análisis de variancia del peso seco del tallo de plantones de cacao a los tres meses de evaluación en fase de vivero.....	55
11. Análisis de variancia del peso seco de plantones de cacao a los tres meses de evaluación en fase de vivero.....	57



12. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del peso total de plántones de cacao.....	58
13. Análisis de variancia del área foliar de plántones de cacao a los tres meses de evaluación en fase de vivero.....	60
14. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del área foliar de plántones de cacao.....	61
15. Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
1. Distribución de los tratamientos en estudio.....	35
2. Altura de plántones de cacao por efecto de niveles de biofermento.....	48
3. Tasa de crecimiento en altura de plántones de cacao evaluados cada 15 días.....	51
4. Diámetro del tallo de plántones de cacao por efecto de niveles de biofermento.....	54
5. Peso seco del tallo de plántones de cacao por efecto de niveles de biofermento.....	56
6. Peso seco de la raíz de plántones cacao por efecto de niveles de biofermento.....	59
7. Efecto de los niveles de biofermento en el área foliar de plántones de cacao.....	62
8. Disposición de la unidad experimental. ....	74
9. Preparación del biofermento.....	75
10. Fermentación anaeróbica del biofermento.....	75
11. Emergencia de hojas en plántones de cacao. ....	76
12. Plántones de cacao a 45 días de siembra.....	76
13. Plántones de cacao a 60 días de siembra.....	77
14. Evaluación de los plántones de cacao .....	77

## I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es una especie originaria de los bosques tropicales húmedos de América del Sur. Sus almendras constituyen el insumo básico para la industria del chocolate, cosmética, farmacéutica y otros derivados. La Amazonía peruana y en particular las cuencas del Huallaga, Ucayali, Apurímac, Ene, Urubamba y Marañón, presentan condiciones climáticas semejantes que favorecen el crecimiento y desarrollo del cacao. La importancia del cacao radica en su estructura productiva que genera fuentes de trabajo e ingresos si es manejado adecuadamente.

En el Perú y en algunos países del mundo se viene practicando la instalación del cultivo de cacao; esto es debido a la influencia del mercado y del precio de venta estable en los últimos años, incentivando así en la población la siembra de dicho cultivo. Frente a esta acción, las personas que realizan la actividad de instalación de vivero para la producción de plántulas desconoce aún las necesidades ideales de nutrientes que requiere dicha plántula, en tal sentido una de los métodos de satisfacer, ayudar o atenuar esas deficiencias es mediante la aplicación de nutrientes a través de soluciones nutritivas en vías foliares (ENRÍQUEZ, 1985).

Sin embargo, la población rural desconoce la riqueza de los biofermentos (que se viene incentivando con fines de una producción orgánica y sostenible) y el tiempo ideal de aplicación de los mismos; esta labor es sumamente importante

debido a que el cultivo en esta etapa es crítica para la formación de una futura planta productiva, la cual debe mostrar características de sanidad, arquitectura y vigorosidad. Por tal motivo, investigadores, instituciones y productores vienen incrementando esfuerzos para plantear día a día la reingeniería en la producción de plántulas de cacao con miras a una agricultura orgánica, la cual está abarcando gran parte del mercado internacional.

Por lo tanto, se plantea la hipótesis que con la aplicación del biofermentos a una dosis determinada se logrará un buen desarrollo del plantón de cacao.

Por lo indicado, a través del presente trabajo de investigación se plantea los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto del biofermento en el crecimiento de plantones de cacao a nivel de vivero.
2. Determinar la dosis de aplicación adecuada del biofermento en estudio.
3. Determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del cultivo del cacao en el Perú

En el Perú, existe gran diversidad de genotipos de cacao con atributos agronómicos superiores provenientes del cruce entre amazónicos, criollos y trinitarios; sin embargo su potencial se ve disminuido por el manejo inadecuado, que puede corregirse mediante las técnicas del manejo integrado (ENRÍQUEZ, 1985).

El cacao es originario de la cuenca del valle del Amazonas (ríos Caquetá, Ñapo, Putumayo y Amazonas), en los límites de Colombia, Brasil y Ecuador donde se encuentra la mayor diversidad genética de especies del género *Theobroma*. A través del Orinoco y los Andes se dispersó hacia el norte del continente (cacaos criollos con almendras blancas) y por el Amazonas y el Atlántico llegó al nordeste del Brasil y al occidente del África (cacao amazónico con almendras violetas). Los cruzamientos naturales de criollos con forasteros amazónicos formaron el cacao trinitario que tiene amplia distribución en el mundo (ADRIAZOLA, 1991).

En las diferentes zonas productoras de cacao, la selección de material genético local es una práctica importante porque permite obtener plantas adaptadas a las condiciones del medio. Es necesario orientar a los productores durante la instalación de sus predios para evitar la promoción de plantaciones

monoclonales que consideran solo características deseables como mayor rendimiento, cantidad y calidad de semilla, tolerancia a enfermedades, mayor contenido de grasa, entre otras; esta opción podría ser perjudicial en el futuro por la predisposición a la ruptura de cualquier tipo de tolerancia y/o resistencia, recomendándose establecer como mínimo una combinación de cinco clones por hectárea, utilizando preferentemente 75% de clones productivos y 25% de clones tolerantes dispersos de azar (AREVALO *et al.*, 2004).

La característica principal de esta planta es la de ser cauliflora, es decir produce las flores y frutos en el tallo y ramas; el nombre *Theobroma*, significa alimento de los dioses, que se atribuye a las propiedades divinas que los indígenas consideraban en esta planta (NOSTI, 1973).

#### **2.1.1. Origen y distribución geográfica**

El cacao es una especie originaria del bosque húmedo tropical (Bh- t) en América del Sur, según estudios de Pound, Cheesman y otros; debido al sistema de vida nómada que llevaron los primeros pobladores del continente americano, ha sido difícil establecer con exactitud el centro de origen del cacao. En países Alto Amazónicos como el Brasil se ha encontrado la mayor variabilidad de especies (ENRÍQUEZ, 1985).

Geográficamente, las mayores áreas cacaoteras están concentradas entre los 10° de latitud norte y sur de Ecuador, distribuidos en el oeste africano, América Latina y Sud Este de Asia. Si bien el cacao es originario de América Latina, el oeste africano es ahora la región más creciente con 66.8% de la producción mundial. América Latina ha decrecido su producción a casi el 13.7% mientras la producción asiática se ha extendido rápidamente desde la mitad de la década del 70 a 19.5% (ICCO, 2002).

El cacao es una planta que prospera bien bajo sombra y por ello necesita condiciones especiales de luminosidad y provisión de agua. En las principales zonas cacaoteras del Perú, las características fisiológicas de la planta de cacao son casi similares con mínimas diferencias entre una zona y otra, el conocimiento de las características genéticas y fisiológicas de la planta así como los factores externos que limitan la producción tales como las enfermedades, insectos y el comportamiento del clima en cada zona son importantes para definir el plan de manejo integrado del cultivo (AREVALO *et al.*, 2004).

## **2.2. Propagación del cultivo de cacao**

### **2.2.1. Propagación sexual**

Respecto a la propagación sexual del cultivo de cacao, RIMACHE (2008), manifiesta lo siguiente:

Es el método por el cual se utiliza semilla botánica para la propagación de cacao. Cuando el cultivo se va propagar por semilla, es necesario conocer el biotipo de las principales características de las plantas productoras de semilla para que reciban un adecuado tratamiento con la finalidad que estas puedan crecer bien conformadas, uniformes y con alta producción

Preferentemente, las semillas deben ser adquiridas de los campos productores oficiales. En caso de no contar con campos productores de semillas oficiales se puede suplir esta carencia haciendo una buena selección de las plantas madres a partir de las cuales se obtendrán las semillas. Los pasos para la obtención de semilla son los siguientes:

**a. Selección de la planta madre**

Las enfermedades que más estragos causan en el cacao son la "moniliasis" (*Moniliophthora roreri* (Cif. &Par.) Evans *et al*, seguido de importancia por la "escoba de bruja" *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora. Con la finalidad de controlar y reducir el efecto pernicioso de estas enfermedades se han encontrado en la tolerancia varietal una vía de solución y se ha contado con métodos bastantes simples para seleccionar e identificar el material local tolerante. En toda plantación del cacao se encuentran árboles con características específicas a las que se le denomina plantas madres de donde se obtienen las semillas y varas yemas que conjuntamente con yemas provenientes de centro de producción o semilleros, servirán como fuente de propagación por injerto en chupones basales y plantaciones de viveros (RIMACHE, 2008).



La planta "madre" de la semilla y de varas yemeras deben ser seleccionadas e identificadas teniendo en cuenta los criterios siguientes:

- Tolerancia a plagas y enfermedades: observar arboles con escasa incidencia de "moniliasis" y "escoba de bruja".
- Buena producción: al momento de realizar la evaluación el árbol debe contar con más de 50 frutos sanos o producir más de 100 frutos sanos por campaña.

El rango calificativo de las plantas madres productoras es el que sigue:

- Mala : menor de 50 frutos/año.
- Regular : de 51 a 100 frutos/año.
- Buena : 101 a 200 frutos/año.
- Muy buena : Superior a los 200 frutos/año.

Tener como mínimo 5 años de producción.

Ser representativa del tipo o clon.

Poseer buena estructura (en desarrollo y conformación).

### **2.2.2. Construcción de viveros**

Para la construcción de viveros se debe utilizar materiales de la zona (postes, largueros, caña brava, palmeras, pona, etc.; con postes separados cada 3

m cuya altura del tinglado debe estar entre 1.80 a 2.00 m, cubierto por hojas de palmera (AREVALO *et al.*, 2004).

### **2.2.3. Preparación del sustrato**

La obtención de buenos plantones de cacao depende de la riqueza nutritiva del sustrato a utilizar y del manejo técnico que se realice en el vivero, para su preparación se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

a. El sustrato debe ser obtenido de la capa superficial del suelo de bosque lo que asegura un buen contenido de materia orgánica.

b. Si el sustrato es pobre en materia orgánica puede mejorarse esta condición agregando estiércol seco de vacuno o gallinaza, la proporción recomendada es de 15% para el caso de estiércol seco de vacuno y 5% para la gallinaza. También se recomienda agregar cascarilla de arroz o aserrín descompuesto para favorecer una buena aireación del suelo.

Existen otras proporciones de materia orgánica a emplear, la mezcla estará de acuerdo al grado de riqueza del suelo que se utilice, una alternativa que a dado buenos resultados es la mezcla de 7 carretillas de capa superficial del suelo arenoso más 3 partes de compost y 1 kg de óxido de calcio más magnesio. Es recomendable realizar en esta etapa un control fitosanitario efectuando tratamiento preventivo al sustrato con agua caliente (termoterapia) o solarización

para prevenir la presencia de microorganismos patógenos (AREVALO *et al.*, 2008).

### **2.3. Nutrición del cacao**

Un cacaotal con una buena nutrición es capaz de soportar mejor las adversidades del clima, de plagas, enfermedades y algunos patógenos del suelo, desarrollar mejor el potencial genético de su genoma y dar un producto de alta calidad (ENRÍQUEZ, 1985).

Hay varios abonos o fertilizantes que son permitidos en agricultura orgánica, de los que se debe tener toda la información posible y su composición química. Además se debe conocer el contenido de nutrimentos que requiere cada etapa del cultivo de cacao y calcular la cantidad de nitrógeno, de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$  (CRESPO, 1997).

Actualmente, se está desarrollando la fertilización al suelo por medio de microorganismos que aceleran la descomposición de la materia orgánica que tenga el suelo o la que se incorpora, poniendo a disposición de la planta todos los nutrimentos en forma muy eficiente. Hacen falta más pruebas a nivel foliar para poder hacer recomendaciones más concretas sobre el mejor desarrollo de los plantones de cacao en etapa de vivero (CABALA, 1975).

Entre los desechos agroindustriales más importantes que se pueden utilizar para favorecer la multiplicación de los microorganismos, están los del café, caña de azúcar (incluye melaza y los derivados de la purificación del azúcar), piña, frutales, hortalizas, banano, coco, cacao, hojas de árboles (especialmente leguminosas), cenizas, carbón, rastrojos de cultivos, excrementos de animales como vacunos, porcinos, gallinas, caballar, caprinos, etc. y carbón vegetal. (CHÁVEZ y Mc DONAL, 2005).

#### **2.4. Biofermentos**

En el proceso de fermentación de la materia orgánica ocurre de una intensa actividad microbiológica (levaduras, hongos y bacterias), donde la materia orgánica utilizada se transforma en minerales, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos entre otras sustancias disponibles para la planta. Estos abonos líquidos más allá de nutrir eficientemente los cultivos a través de los nutrientes de origen mineral quelatados se convierten en un inóculo microbiano que permite restaurar el equilibrio microbiológico del agroecosistema (RESTREPO, 1996).

Los biofermentos pueden jugar un papel sumamente importante disminuyendo la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, al colonizar las superficies de las plantas, los microorganismos presentes en este tipo de abonos fermentados presentan relaciones antagónicas y de competencia con diferentes microorganismos fitopatógenos, colaborando de esta manera en la prevención y combate de enfermedades en las plantas (CHÁVEZ y Mc DONAL, 2005).

En el caso específico de los lactofermentos se debe destacar su importante aporte en bacterias ácido-lácticas, microorganismos que confieren propiedades especiales a este abono fermentado. Estos microorganismos juegan importantes funciones dentro del agroecosistema: la solubilidad del fósforo entre otros nutrientes en el suelo es uno de los aspectos que se deben destacar. Además la presencia de ácido láctico contribuye en suprimir diversos microorganismos patógenos como por ejemplo el *Fusarium* sp. (CHÁVEZ y Mc DONAL, 2005).

## **2.5. Abonos líquidos (biol)**

Cuando se tiene algún tipo de estiércol a la mano, se puede preparar un abono líquido (foliar o para el suelo) llamado purín, de la siguiente forma. En 200 litros de agua fresca, colocar de 30 a 40 kg de estiércol fresco, de preferencia mezclado con los orines de equinos, de vacuno o de aves, que provengan de un establo donde no hayan usado hormonas o agroquímicos contaminantes. Cerrar herméticamente el recipiente y dejar reposar por 30 a 45 días. El número de días puede variar ligeramente, dependiendo del lugar donde se lo fabrique, hasta 25 días en climas muy calurosos y 50 días en lugares más frescos; después de lo cual, se debe filtrar y aumentar un volumen igual del agua que haya perdido por evaporación, para el caso de estiércol de vacuno. Cuando el estiércol es de porcinos o aves, adicionar a más de igualar el volumen, un 50% más de agua. Hay que hacer un análisis químico para conocer su composición (SIURA, 2001).

El abono, si se deja más concentrado se puede poner directamente al suelo, especialmente si ya se han probado las dosis de aplicación, teniendo en cuenta de no poner muy cerca del tronco principal de la planta porque se puede quemar. La aplicación debe hacerse un poco separado del tronco y no más allá de la proyección de la sombra (SUQUILANDA, 1998).

Hay que tener presente que una concentración muy fuerte de sales en el fertilizante, incrementa la conductividad eléctrica, lo cual también puede quemar las raíces. Cuando se lo usa como abono foliar tener cuidado de hacer la disolución adecuada y los análisis adecuados, para evitar microorganismos que puedan causar enfermedades en las plantas (CAMPOS, 1998).

Con el fin de tener una idea de la calidad de los purines de los animales, en el Cuadro 1, se da un ejemplo del contenido de nutrimentos.

**Cuadro 1.** Contenido de nutrimentos de algunos purines producidos en los Andes Ecuatorianos

<b>Nutrimentos (ppm)</b>	<b>Cerdos</b>	<b>Vacas</b>
Nitrógeno	0.91	0.46
Fósforo	0.29	0.07
Potasio	0.28	0.07
pH	8.00	9.00

Fuente: ENRÍQUEZ (1985).

Con estas cifras se pueden hacer estimaciones para las aplicaciones prácticas, aunque lo más lógico es que se hagan análisis de cada lugar y cada cierto tiempo para tener claro los nutrimentos que acarrean esos purines, o los abonos líquidos (CAMPOS, 1998).

Los bioles deben ser manejados con mucho cuidado, pues en algunos casos dependiendo del origen de ellos pueden tener elementos pesados o causar un poco de acidez en los suelos, lo cual debe ser neutralizado (SUQUILANDA, 1998). Sin embargo, se sabe que estos bioles son muy buenos abonos manejados correctamente (SIURA, 2001).

Uno de los elementos que más hay que tener cuidado son los nitratos, que pueden tener un impacto ambiental, hay que hacer una evaluación detallada de ellos, para no tener un problema posterior de contaminación del ambiente. También se pueden hacer abonos líquidos con plantas cultivadas o silvestres, para lo cual se puede seleccionar dos o tres especies, procurando que una de ellas sea leguminosa, se pican bien las hierbas y ramas y se ponen en un recipiente con agua, en proporción de 1 kg de la mezcla de hierbas picadas por cada dos L de agua fresca, mantener bien cerrado el recipiente y luego de tres o cuatro días, cernir bien y se puede aplicar con una bomba de espalda o de motor, poniendo aproximadamente medio litro de esta solución por bomba de 20 L de

agua, la cual puede aplicarse cada 30 a 60 días o más, dependiendo del estado del cultivo, se debe hacer especialmente en la época de floración y durante la maduración de los frutos (SIURA, 2001).

De igual manera, hay que tener cuidado de que las plantas seleccionadas para fabricar el biol, sean sanas, pues puede haber la posibilidad de transmitir alguna enfermedad, especialmente las virosis. Si no está seguro de que las plantas no transmitirán enfermedades a los cultivos, debe consultar con el extensionista más cercano que tenga. Cada material básico da diferentes resultados, debe averiguarse cuál es la fórmula que se ha obtenido del abono, con un análisis químico, para ver como complementar con otros abonos orgánicos que se disponga tanto para el suelo, como los foliares (SUQUILANDA, 1998).

En café se usa este abono, que puede también servir para cacao. Mezclar en un tanque plástico de 50 galones aproximadamente los siguientes ingredientes: 1 a 36 kg de estiércol fresco de ganado, caballo o cerdo; 180 L de agua; 16 L de melaza; 16 L de leche o suero. Al hacer la mezcla tener cuidado de que el líquido no llegue hasta muy alto cuidando que quede a unos 10 cm del borde del recipiente. Poner un escape para el gas, cuyo extremo debe ir en la parte libre del tanque y el otro extremo en una botella llena de agua para que el gas sea forzado ligeramente a salir (SIURA, 2001).



Finalmente, se recomienda que el tanque sea sellado herméticamente. El proceso se termina en 30 a 45 días, cuando ya no fermenta, es decir que no salga aire en forma de burbujas en la botella. Al sacarlo se debe cernir o colar adecuadamente con un lienzo fino. Los desperdicios pueden ser usados como insumo para materia orgánica, especialmente si son abundantes dependiendo de la cantidad que se haya preparado y del estado que queden. Se puede usar como fertilizante mezclando con agua en una proporción de 1:5 y como repelente para insectos, de 1:1 en agua. Hay que tener cuidado de que no queme las plantas de cacao especialmente cuando son tiernas o tienen brotación nueva. Para lo cual se puede hacer una prueba previa y con un poco de experiencia manejarlo en la forma más apropiada. Hay que tener en cuenta que es una recomendación para café pero que puede ser aplicado para cacao si se lo adapta adecuadamente (SIURA, 2001).

RESTREPO (2001), recomienda una serie de bioles y otros tipos de abonos que pueden ser utilizados en cacao, pero que no han sido probados por el autor o al menos no ha tenido conocimiento de su aplicación, sin embargo por la composición y la forma de prepararlos, podrían dar buenos resultados. El abono líquido puede servir para asperjar al follaje, en esos casos, será necesario estimar adecuadamente la proporción que hay que diluir, caso contrario se puede dañar la planta por cuanto el biol tiene muchas sustancias concentradas.

## **2.6. Importancia de los nutrientes en el cacao**

Una plantación de cacao menor a un año, requiere de dosis en N: 8, P: 8; K: 0, Mg: 0, así mismo otros estudios indican que las dosis de fertilización deben ser de N: 8, P: 4 y K: 0. Del mismo modo podemos señalar que existen hormonas de crecimiento que la planta requiere como las auxinas, giberelinas y citoquininas (AREVALO *et al.*, 2004).

### **2.6.1. Auxinas**

CABALA (1975), menciona que las auxinas desempeñan una función importante en la expansión de células de tallos y coleótilos, también estimulan la división celular; frecuentemente fomentan el desarrollo de los callos, de los que se desprenden crecimientos similares a raíces en muchas especies vegetales, esta respuesta fue la base de la primera aplicación práctica en la agricultura, de sustancias de crecimiento. Las auxinas pueden iniciar la floración y aumentar con frecuencia el amarre de frutos sobre todo en especies de frutos con semilla, como son los pimientos y las cucurbitáceas.

Liebig, citado por INDAGRO (2009), llevó a cabo experimentos sobre el efecto de las auxinas en las materias orgánicas de los suelos, en uno de ellos descubrió que el ácido naftalenoacético, a razón de 28 kg/ha mataba las plantas de mostaza (*Brassica arvensis*), sin influir daño alguno en la avena, que en

general los cereales no eran sensibles a las auxinas, pero que las plantas de hoja ancha, las dicotiledóneas, tenían sensibilidad muy elevada.

### **2.6.2. Giberelinas (GA<sub>3</sub>)**

Liebig, citado por INDAGRO (2009), observó que la aplicación de giberelinas incrementa notablemente la longitud del tallo de la planta de chícharos enanos (*Phaseolus vulgaris*), también demostró que ciertos mutantes enanos de maíz alcanzan una altura normal después de aplicarles giberelinas. Además demostró que las giberelinas fomentan la floración de *Hyos cyanus* una planta que requiere noches largas para florecer, aun cuando se le cultive durante un fotoperiodo no inductivo, además las giberelinas afectan el amarre y desarrollo de muchos frutos de muchas especies.

CABALA (1975), indica que el efecto más sorprendente en la estimulación del crecimiento se observa en plantas asperjadas con giberelinas.

PINTO (1963), menciona que las giberelinas pueden provocar la floración en muchas especies que requieren temperaturas frías. La aplicación a los tallos produce un incremento pronunciado de la división celular en el meristemo subapical y provoca el crecimiento rápido de muchas plantas arrocetadas. Ese veloz crecimiento es resultado tanto del número de células formadas como el aumento en expansión de las células individuales.

### **2.6.3. Citoquininas**

LLANO y CASTAÑO (1975), menciona que los efectos de las citoquininas son provocar la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados. Además de fomentar la división celular, las citoquininas influyen en la diferenciación de los tejidos, interactúan con las auxinas para mostrar expresiones diferentes de crecimiento, de modo en que cualquier cambio de equilibrio entre citoquininas y auxinas, pueden afectar las expresiones del crecimiento. Las citoquininas provocan también la elongación de segmentos de tallos etiolados. Estas respuestas se deben en gran parte a la expansión celular, además tienen una acción de dominancia apical que es opuesta a la de las auxinas. Las plantas tratadas desarrollan los brotes laterales quedando anclada la inhibición producida por el brote central, finalmente también provocan la germinación de semillas eliminando los mecanismos de latencia.

### **2.7. Trabajos experimentales**

TEJADA (1996), realiza el trabajo titulado "Efecto de dos fuentes de purín en el cultivo de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en suelo coluvio-aluvial en Tingo María" y concluye que el purín derivado de la gallinaza es el biofertilizante más efectivo que el purín derivado de vacasa, en el crecimiento y producción del cultivo de soya, con un promedio de producción, altura de plantas y cobertura foliar de 1899.5 kg/ha, 51.5 cm y 67.7% respectivamente. Asimismo, señala que las mejores respuestas en el crecimiento y desarrollo de esta leguminosa

corresponden a los efectos del purín de aves en los niveles de 10000 (N<sub>4</sub>), 7500 (N<sub>3</sub>) y 5000 (N<sub>2</sub>) L/ha. La rentabilidad estimada, producto de fertilizar el cultivo de soya con 10000 y 7500 L/ha del purín de aves es significativamente superior al obtenido por el testigo convencional (N-P-K/40-50-40).

Según PINHEIRO (2007), las ventajas y los resultados más comunes que se logran con los biofertilizantes en los cultivos, entre otros, son:

- Utilización de recursos locales, fáciles de conseguir (mierda de vaca, melaza, leche, suero, etc.).
- Inversión muy baja (tanques o barriles de plástico, nipples, mangueras, botellas desechables, etc.)
- Tecnología de fácil apropiación por los productores (preparación, aplicación, almacenamiento).
- Se observan resultados a corto plazo.
- Independencia de la asistencia técnica viciada y mal intencionada.
- El aumento de la resistencia contra el ataque de insectos y enfermedades.
- El aumento de la precocidad en todas las etapas del desarrollo vegetal de los cultivos.
- Los cultivos perennes tratados con los biofertilizantes se recuperan más rápidamente del estrés poscosecha y pastoreo.
- La longevidad de los cultivos perennes es mayor.
- El aumento de la cantidad, el tamaño y vigorosidad de la floración.

- El aumento en la cantidad, uniformidad, el tamaño y la calidad nutricional; el aroma y el sabor de lo que se cosecha.
- El aumento de la rentabilidad. Los ahorros económicos se logran a corto plazo, por la sustitución de los insumos químicos (venenos y fertilizantes altamente solubles).
  - La eliminación de residuos tóxicos en los alimentos.
  - La independencia de los productores del comercio al apropiarse de la tecnología.
  - La eliminación de los factores de riesgo para la salud de los trabajadores, al abandonar el uso de venenos.
  - El mejoramiento y la conservación del medio ambiente y la protección de los recursos naturales, incluyendo la vida del suelo.
  - El mejoramiento de la calidad de vida de las familias rurales y de los consumidores.
  - El aumento de un mayor número de ciclos productivos por área cultivada para el caso de hortalizas (incremento del número de cosechas por año).
  - La producción, después de su cosecha se conserva por un periodo más prolongado, principalmente frutas y hortalizas.

Los biofertilizantes economizan energía, aumentan la eficiencia de los micronutrientes aplicados en los cultivos y baratean los costos de producción, al mismo tiempo que aceleran la recuperación de los suelos degradados.

Asimismo, PINHEIRO (2007), agrega que entre los efectos que se pueden lograr con la aplicación de los biofertilizantes en el suelo, entre otros, son:

- El mejoramiento diversificado de la nutrición disponible del suelo para las plantas.
- El desbloqueo diversificado de muchos nutrimentos que no se encuentran disponibles para los cultivos.
- El mejoramiento de la biodiversidad, actividad y cantidad microbiológica (coevolución biológica del suelo).
- El mejoramiento de la estructura y profundidad de los suelos.
- Aumento de la capacidad del intercambio catiónico (CIC).
- Aumento de la asimilación diversificada de nutrimentos por parte de las plantas.
- Mejoramiento de los procesos energéticos de los vegetales a través de las raíces y su relación con la respiración y síntesis de ácidos orgánicos.
- Estimulación precoz en la germinación de semillas y aumento del volumen radicular de las plantas.
- Aumento del contenido de vitaminas, auxinas y antibióticos en relaciones complejas entre raíz y suelo.
- Estimulación de la eco-evolución vegetal diversificada, para la recuperación, revestimiento y protección de los suelos con buenazas (capa vegetal verde).
- Estimula la formación de ácidos húmicos, de gran utilidad para la salud del suelo y los cultivos.

- Aumento de la microdiversidad mineral del suelo disponible para las plantas.
- Aumento de la resistencia de las plantas contra el ataque de enfermedades, principalmente de las raíces.
- Mejoran la bioestructuración del suelo y la penetración de las raíces hasta las capas más profundas.
- Estimulan las rizobacterias como promotoras del crecimiento de las plantas y de la bioprotección.
- Aumento del tamaño y volumen de las raíces, con el incremento de la materia orgánica en el suelo (abonera orgánica subterránea).
- En muchos casos se pueden preparar biofertilizantes exclusivos que ayudan a combatir la salinidad de los suelos.
- Finalmente, debido a las características altamente quelantes que poseen los biofertilizantes, facilitan la nutrición equilibrada del suelo y maximizan el aprovechamiento mineral por los cultivos.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación del campo experimental**

El trabajo experimental se desarrolló en el vivero del Sr. Miguel Arcayo Ocaña, ubicado en sector Santa Rosa de Badén, localidad La Morada, distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, cuyas coordenadas geográficas con las siguientes:

18 L : 0362505

UTM : 9027784

Altitud: 546 msnm

La duración del presente trabajo de investigación fue de 4 meses, comprendidos de 13 de marzo a 28 de julio del 2010.

#### **3.2. Componentes en estudio**

Para el presente trabajo experimental se contó con dos componentes en estudio:

**3.2.1. Plantones de cacao (CCN-51)**

**3.2.2. Biofermento (abono foliar).**

### 3.3. Tratamientos en estudio

En el Cuadro 2, se muestra la descripción de los diferentes tratamientos en estudio a desarrollar en el presente experimento; cabe resaltar que las concentraciones del biofermento estuvieron sujetas a un volumen determinado de agua para todos los tratamientos (20 L).

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos en estudio

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
T <sub>1</sub>	0.5 L de biofermento/20 L cada 15 días
T <sub>2</sub>	1.0 L de biofermento/20 L cada 15 días
T <sub>3</sub>	1.5 L de biofermento/20 L cada 15 días
T <sub>4</sub>	2.0 L de biofermento/20 L cada 15 días
T <sub>5</sub>	2.5 L de biofermento/20 L cada 15 días
T <sub>6</sub>	3.0 L de biofermento/20 L cada 15 días

Los tratamientos en estudio estuvieron sujetos a diferentes dosis de aplicación del biofermento en un solo tipo de plantón de cacao, aplicado al mismo tiempo para todos los tratamientos.

### 3.4. Diseño experimental

El diseño empleado en el presente experimento fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar, constituido por 6 tratamientos y 4 repeticiones o bloques. A continuación se presenta el desglose del análisis de variancia a utilizar:

**Cuadro 3.** Esquema del análisis de variancia

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Bloques	3
Tratamientos	5
Error experimental	15
Total	23

### 3.5. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  : Es la respuesta obtenida en el  $i$  – ésimo tratamiento proveniente del  $j$  - ésimo bloque

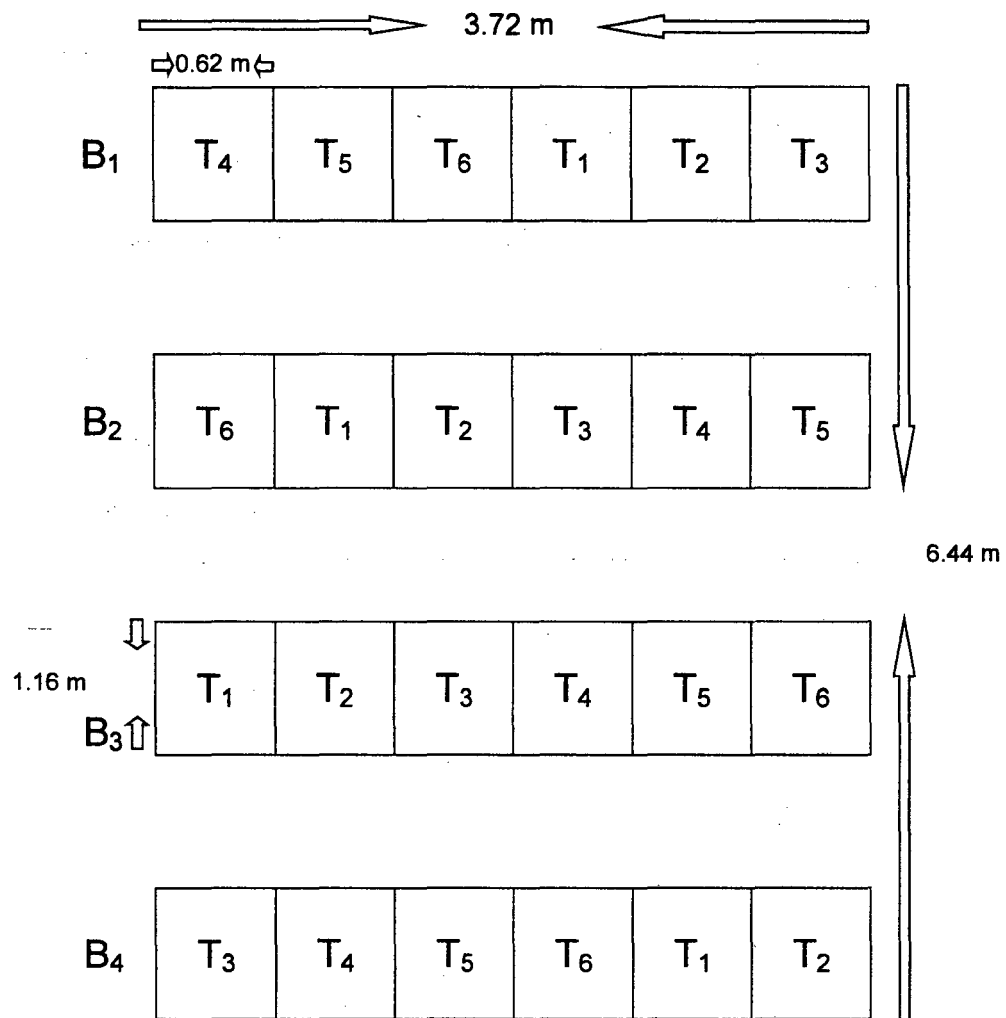
$u$  : Efecto de la media general

$T_i$  : Efecto del  $i$  – ésimo tratamiento al cual se le aplicó una dosis de biofermento

$B_j$  : Efecto del  $j$  – ésimo bloque

$E_{ij}$  : Efecto del error experimental

### 3.6. Disposición experimental



Elaboración propia

Figura 1. Distribución de los tratamientos en estudio

### **3.7. Metodología del experimento**

#### **3.7.1. Ubicación e historial del terreno**

El trabajo de investigación fue realizado en el sector Santa Rosa de Badén, localidad La Morada, distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, en donde se buscó un terreno que cumpla condiciones necesarias para el desarrollo del cultivo de cacao a nivel de vivero, registrándose para ello la procedencia del material empleado como sustrato en las bolsas de polietileno para la producción de plantones de cacao.

#### **3.7.2. Elaboración del biofermento**

El biofermento empleado en el presente experimento fue elaborado con material de la zona de trabajo, los mismos que fueron de fácil accesibilidad para su adquisición; esto con fines de que una vez obtenidos los resultados, las recomendaciones que se puedan brindar a partir del presente experimento estén al alcance de la población rural.

A continuación se menciona los ingredientes y forma de preparación:

##### **Insumos:**

- |                     |           |
|---------------------|-----------|
| - Agua              | 180 L     |
| - Estiércol de vaca | 50 kg     |
| - Leche (o suero)   | 26 (52) L |

- Cloruro de calcio	2 kg
- Molibdato de amonio	0.01 kg
- Melaza de caña (o jugo de caña)	14 (28) L
- Roca fosfórica	0.5 kg
- Levadura	1 kg
- Bórax	0.5 kg
- Sulfato de zinc	1 kg
- Sulfato de potasio	1 kg
- Cloruro de calcio	1 kg
- Sulfato de magnesio	1 kg
- Sulfato de manganeso	1 kg
- Microorganismos eficientes	20 L

**Preparación:**

El primer día, en un recipiente de 200 L de capacidad, se colocaron los 50 kg estiércol de vaca + 100 L de agua no contaminada + 10 L de leche + 8 L de melaza de caña y 10 L de microorganismos eficientes; en otro envase se mezcló 0.5 kg de roca fosfórica + 1 kg de levadura y se vertió al recipiente y removerlo hasta conseguir una mezcla homogénea, posteriormente se tapó y dejó en reposo por 3 días, protegido del sol y las lluvias.

Al cuarto día, en un balde de plástico con un poco de agua tibia (no más de 60°C) se disolvió 1 kg de sulfato de zinc, 2 kg de cloruro de calcio y 1 kg

de sulfato de magnesio. Se agregó 8 L de leche + 3 L de melaza de caña y 5 L de microorganismos eficientes. Estos fueron colocados en el recipiente de plástico de 200 L de capacidad. Posteriormente fueron removidos (mezclados), tapado y dejados en reposo por 3 días, protegido del sol y las lluvias.

El séptimo día, en un balde de plástico con un poco de agua tibia se disolvió 1 kg de sulfato de manganeso + 1 kg de sulfato de potasio + 0.5 kg de bórax + 10 g de molibdeno. Posteriormente, se agregaron 8 L de leche + 3 L de melaza de caña + 5 L de microorganismos eficientes. La mezcla se vertió en el recipiente de plástico de 200 L de capacidad, después fue mezclado hasta completar el volumen total del recipiente con agua hasta los 180 L, para luego proceder a taparlo y dejarlo en reposo por 25 a 30 días, protegido del sol y las lluvias, hasta que no se observó la salida de burbujas.

### **3.7.3. Análisis químico del biofermento**

Se tomaron las muestras del biofermento preparado con los diferentes materiales mencionados en la elaboración de este nutriente foliar, y se realizó el análisis químico respectivo para determinar la riqueza de esta solución.

Este análisis fue realizado en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Análisis químico del biofermento.

Muestra	Cod. de muestra	pH	Ca	Mg	K	Na	Mn	Fe	Cu	Zn	% N	P	Al
			g/kg				%				g de N / 100 ml sol biol	%	g/kg
Biol	M429	4.13	1.04	0.15	4.85	1.27	0.05	0.04	0.0005	0.03	0.102	0.03	0.0041

Muestra	Cod. de muestra	pH	Ca	Mg	K	Na	Mn	Fe	Cu	Zn	% N	P	Al
			ppm				ppm				g de N / 100 ml sol biol	ppm	ppm
Biol	M429	4.13	10.36	1.54	48.50	12.70	491.00	359.10	4.80	278.00	0.102	280	4.09

Según el Cuadro 4, para el análisis químico del biofermento utilizado en el presente estudio, se observa que las cantidades de nutrientes son bajas.

Asimismo, se observa un pH bajo muy propicio para la reproducción de los microorganismos presentes en el biofermento.



### 3.7.4. Análisis microbiológico del biofermento

Se llevaron muestras del biofermento al Laboratorio de Microbiología de la UNAS y realizar los cultivos para observar los microorganismos que se encontraban en este abono e identificar los que se encargan de descomponer la materia orgánica y también los microorganismos patógenos (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Análisis microbiológico del biofermento

Parámetros	Resultados
Numeración de microorganismos aerobios viables	124 x 10 <sup>3</sup> colonias
Número más probable coliformes totales	Ausencia
Numeración de actinomicetos	188 x 10 <sup>3</sup> colonias/ml
Numeración de mohos y levaduras	22 x 10 <sup>3</sup> colonias/ml

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la UNAS (2010).

### 3.7.5. Preparación de las unidades experimentales

Se efectuó la demarcación del campo experimental de acuerdo al croquis estructurado (Figuras 7 y 8, del Anexo), utilizándose para ello trozos de bambú, que sirvieron como separadores de los plantones de cacao, para evitar caída de bolsas y autosombramiento. Esto facilitó un adecuado crecimiento, es decir evitó el exceso de crecimiento por competencia de luz.

### **3.7.6. Preparación del sustrato**

Para el experimento se utilizaron 8 sacos de tierra agrícola + 1.5 sacos de estiércol de ganado + 0.5 sacos de estiércol de gallina + 2 kg de dolomita y 0.5 sacos de cascarilla de arroz; posteriormente se efectuó la mezcla homogénea y el zarandeo antes de hacer el llenado en bolsas de 5" x 8" x 02 micras.

### **3.7.7. Siembra**

La siembra de las semillas de cacao se efectuó previa pre germinación de las mismas; realizando antes la limpieza respectiva con material nativo de la zona (ceniza y aserrín). La siembra se realizó el 13 de marzo de 2010, colocando las semillas enterradas hasta la mitad del cotiledón, con la punta donde emerge la raíz hacia abajo.

### **3.7.8. Recalce**

Se realizó a los 10 días de la siembra reemplazando las bolsas con semillas que no germinaron por otras bolsas que contenían semillas germinadas, con la finalidad de obtener mayor homogeneidad entre los plantones de cacao a evaluar.

### **3.7.9. Deshierbo**

Se realizó en 4 oportunidades en forma manual y en el momento oportuno para que las malezas tipo gramíneas no compitan con el cultivo.

### **3.7.10. Riego**

Se realizó cada 2 días para mantener la humedad de la bolsa ya que durante el periodo de ejecución del experimento no se presentaron precipitaciones, por lo que se hizo necesario la aplicación de agua que provenía de la quebrada Aguashi y de esta manera promover el buen desarrollo de los plántones. Para esta labor se utilizó una regadera.

### **3.7.11. Sombra**

El vivero contó con una malla de color negro que proporcionó 60% de sombra, con fines de brindar mejor uniformidad en la captación de la radiación solar por los plántones de cacao.

### **3.7.12. Aplicación de biofermento**

Se incorporó nutrientes foliares (biofermentos) en forma dirigida en las plantas pertenecientes a las unidades experimentales, el lapso entre aplicaciones fue de cada 15 días, a concentraciones de 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 y 3 L

de biofermento diluidos hasta 20 L de solución. Esta labor fue realizada cuando los plántones tenían 21 días y contaban con tres hojas verdaderas, durante el lapso de tres meses, contando desde la primera aplicación.

### **3.7.13. Control fitosanitario**

El control fitosanitario se realizó mediante la aplicación de un producto a base de cobre (Cupravit) como medida preventiva de enfermedades fungosas, a una concentración de 200 ml/cilindro. Para comedores de hojas (crisomélidos y saltamontes) se aplicó Tifón (Clorpirifos) a una concentración 20 g/mochila de 20 L.

## **3.8. Parámetros evaluados**

Se evaluaron los siguientes parámetros:

### **3.8.1. Altura de planta**

La altura de planta fue evaluada cada 15 días; empleando para ello una regla métrica transparente y recta para evitar curvamientos de la cinta métrica y de los plántones de cacao, disminuyendo así el error de muestreo; esta labor fue realizada considerando la altura desde el cuello hasta el ápice del plánton; es decir, en el último brote del tallo. Las medidas fueron convertidas a las unidades métricas (cm) y fueron registradas hasta cumplir los 4 meses de edad de los plántones de cacao.

### **3.8.2. Diámetro de tallo**

El presente parámetro fue evaluado cada 15 días, empleando para ello un vernier milimetrado mecánico. Estas medidas fueron tomadas a 3 cm del ras del suelo o sustrato contenidos en las bolsas plásticas.

### **3.8.3. Tasa de crecimiento**

Se determinó a través de la medición periódica y constante (cada 15 días) de los parámetros mencionados anteriormente.

### **3.8.4. Peso fresco y seco**

Al final del experimento se sacrificaron 5 plantas por cada unidad experimental para realizar el peso fresco en una balanza digital, posteriormente la muestra fue llevada a una estufa para ser secada a temperatura de 90°C, y posteriormente realizar el peso seco.

### **3.8.5. Área foliar**

El presente parámetro se determinó a través del dibujo de la silueta de las hojas en papel milimetrado, contabilizando el área en mm<sup>2</sup>. La evaluación de dicho parámetro se realizó al final del experimento.

## **3.9. Análisis económico**

El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante los indicadores costo de producción, índice de rentabilidad (IR) y Beneficio/Costo (BC).

$$IR = \frac{RN}{CP} \times 100$$

RN: Rentabilidad neta

CP: Costo de producción

$$BC = \frac{IB}{CT}$$

IB: Ingreso bruto

CT: Costo total

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Como producto de las evaluaciones del presente trabajo de investigación se reporta los siguientes resultados:

### **4.1. Características biométricas del cultivo**

#### **4.1.1. Altura de planta**

En el Cuadro 6 se presenta el análisis de variancia para altura de los plantones de cacao, observándose que existen diferencias significativas para el efecto de tratamiento, y que no mostró diferencia alguna para el efecto de bloque.

Estos resultados nos indican que existe efecto de los abonos procesados con microorganismos eficientes en la altura de los plantones de cacao y al menos uno de los tratamientos supera al resto de los tratamientos y que estos efectos obedecen al aporte nutricional del abono orgánico, así como mejora las condiciones biológicas del suelo, tal como lo señala MARTÍNEZ (2004), quien manifiesta que los abonos orgánicos, primero activan y luego aumentan la cantidad de microorganismos benéficos del suelo para después mejorar las condiciones nutricionales del suelo, facilitando la absorción de los nutrientes (minerales, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos, etc.) y producir efectos positivos en la multiplicación celular de las plantas, es decir, en el presente estudio generó incremento en la altura de los plantones de cacao.

**Cuadro 6.** Análisis de variancia de la altura de plántones de cacao a los tres meses de evaluación en fase de vivero.

Fuente de variación	G L.	Cuadrados medios	
		Altura (cm)	Sig.
Bloque	3	53.59	ns
Tratamiento	5	344.49	s
E. experimental	15	31.12	
Total	23		
C. V.		6.88%	

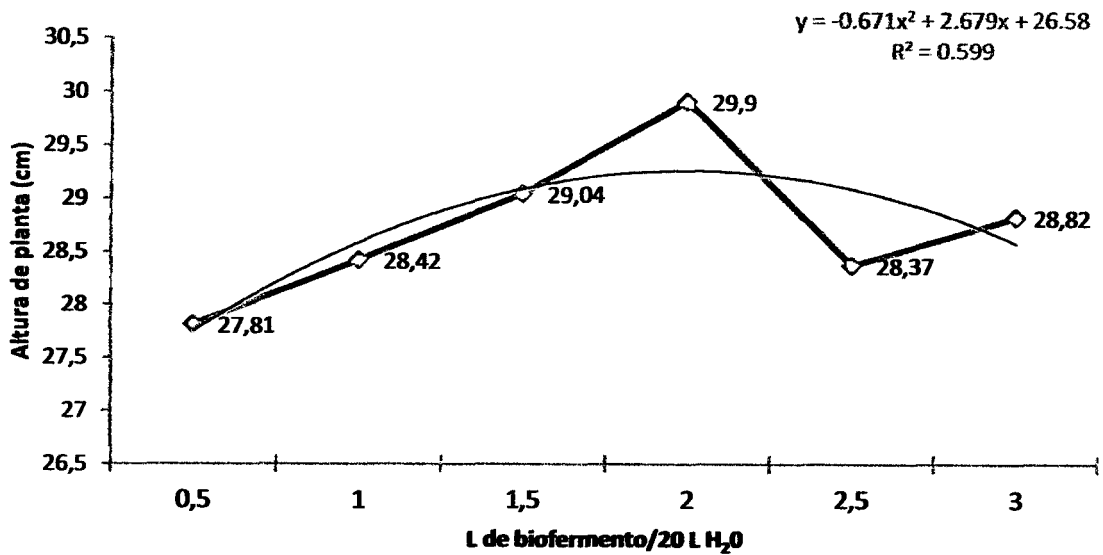
Elaboración propia.

En el Cuadro 7 y Figura 2 se presenta la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para el crecimiento en altura de los plántones de cacao a nivel del vivero, en ello se observa que el T<sub>4</sub> (2 L de biofermento/20 L de agua) se ubicó en el primer lugar diferenciándose del resto de los tratamientos, obteniendo un crecimiento de altura de 29.90 cm, seguido del T<sub>3</sub> (1.5 L de biofermento/20 L de agua) con 29.04 cm, T<sub>6</sub> (3.0 L de biofermento/20 L de agua) con 28.82 cm, T<sub>2</sub> (1.0 L de biofermento/20 L de agua) con 28.48 cm y, el T<sub>5</sub> (2.5 L de biofermento/20 L de agua) con una altura de 28.37 cm; todos ellos superan al T<sub>1</sub> (0.5 L de biofermento/20 L de agua), quien obtuvo una altura de 27.81 cm.



**Cuadro 7.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura de los plantones de cacao a los 90 días.

Nº	Tratamientos	Altura (cm)	Significación
1	T <sub>4</sub> (2.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	29.90	a
2	T <sub>3</sub> (1.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	29.04	b
3	T <sub>6</sub> (3.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	28.82	b
4	T <sub>2</sub> (1.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	28.48	b c
5	T <sub>5</sub> (2.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	28.37	b c
6	T <sub>1</sub> (0.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	27.81	c



**Figura 2.** Altura de plantones de cacao por efecto de niveles de biofermento.

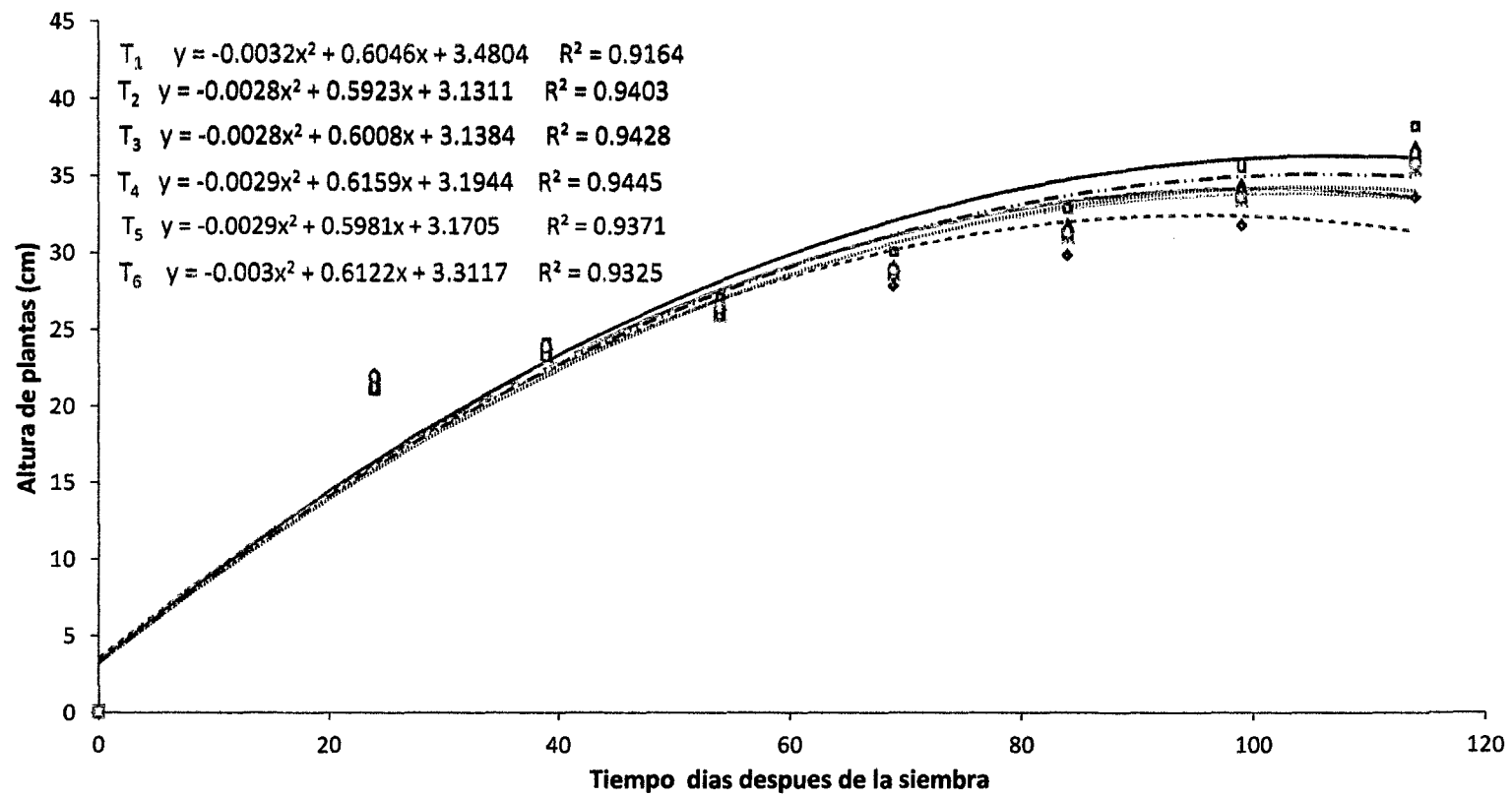
Al respecto, es lógico mencionar que a mayor cantidad de nutriente aplicado al suelo mayor es el crecimiento de los plantones, esto mismo ocurre cuando se aplica la materia orgánica. Según PACHECO (2003), señalan que este incremento en la altura de la planta, puede obedecer al aporte de los reguladores de crecimiento, tales como la auxina, ácido giberélico, alta cantidades de P, Ca y Mg presentes en los biofermentos aplicados en el presente trabajo.

Lo mencionado anteriormente se muestra en el presente experimento, donde el T<sub>4</sub> (2 L de biofermento/20 L de agua) y el T<sub>3</sub> (1.5 L de biofermento/20 L de agua) con 29.90 y 29.04 cm de altura respectivamente fueron los tratamientos que tuvieron mejor respuesta a la aplicación de los biofermentos, de tal manera que lo mencionado se corrobora en la Figura 1 donde se aprecia el efecto de diferentes niveles de biofermento en la altura de los plantones de cacao, aquí nos muestra que a mayor cantidad de biofermento se produce mayor altura de planta, efecto producido por el biofermento aplicado. Sin embargo, esta tendencia no es lineal, describe una tendencia cuadrática, con la siguiente ecuación:  $y = -0.671x^2 + 2.679x + 26.58$  con  $R^2 = 0.599$ . Esta ecuación nos permite estimar el mejor nivel que maximiza el efecto en la altura de los plantones. Este nivel es 1.995159368 L biofermento/20 L. H<sub>2</sub>O, a partir de este nivel la altura de los plantones decrece.

El resultado anterior nos indica que al aplicar el biofermento por encima de 4 L /20 L de agua resulta perjudicial para los plantones, posiblemente por efecto de la sobredosis de algunos de sus componentes, tales como el exceso de sales o el exceso de auxinas. Al respecto Liebig, citado por INDAGRO (2009), llevó a cabo experimentos sobre el efecto de las auxinas en las materias orgánicas de los suelos, en uno de ellos descubrió que el ácido naftalenoacético, a razón de 28 kg/ha mataba las plantas de mostaza (*Brassica arvensis*), sin generar daño alguno en la avena, ya que en general los cereales no eran sensibles a las auxinas, pero que las plantas de hoja ancha, las dicotiledóneas, tenían sensibilidad muy elevada a esta sustancia química.

#### **4.1.2. Tasa de crecimiento**

En la Figura 3, se observa que a medida que transcurren los días los biofermentos son absorbidos por las plantones de cacao y producen incremento en la altura para todos los tratamientos, destacando el T<sub>4</sub> (2 L de biofermento/20 L de agua) seguido del T<sub>3</sub> (1.5 L de biofermento/20 L de agua), que tienen las mayores tasas de crecimiento superando los 0.60 cm por día, con coeficientes de determinación que superan el 91% para todo los tratamientos, que me indica que los datos se ajustan a la ecuación polinómica. Esto corrobora lo manifestado que a mayor cantidad de nutrientes aplicados al suelo mayor es el crecimiento de la planta, tal como ocurre cuando se aplica la materia orgánica. Además PACHECO (2003), manifiesta que el incremento en la altura de la planta, obedecería al aporte de reguladores de crecimiento, tales como auxina, ácido giberélico y alta cantidades de P, Ca y Mg presentes en los biofermentos aplicados en el presente trabajo.



**Figura 3.** Tasa de crecimiento en altura de plantones de cacao evaluados cada 15 días

#### 4.1.3. Diámetro de tallo

En el Cuadro 8, se presenta el análisis de variancia para el diámetro de tallo, presentando diferencias significativas para el efecto de tratamientos y no así para el efecto de bloques. Las diferencias entre los tratamientos son atribuibles únicamente al efecto de los biofermentos preparados con microorganismos eficientes, quienes aportan importantes cantidades de P, Ca y Mg, elementos indispensables para el crecimiento de las plantas (PACHECO, 2003).

**Cuadro 8.** Análisis de variancia del diámetro del tallo de plantones de cacao a los tres meses de evaluación en fase de vivero.

Fuente de variación	G L.	Cuadrados medios	
		Diámetro de tallo (mm)	Sig.
Bloque	3	0.11	ns
Tratamiento	5	0.25	s
E. experimental	15	0.06	
Total	23		
C. V.		5.31%	

ns: No significativo

s: Significativo

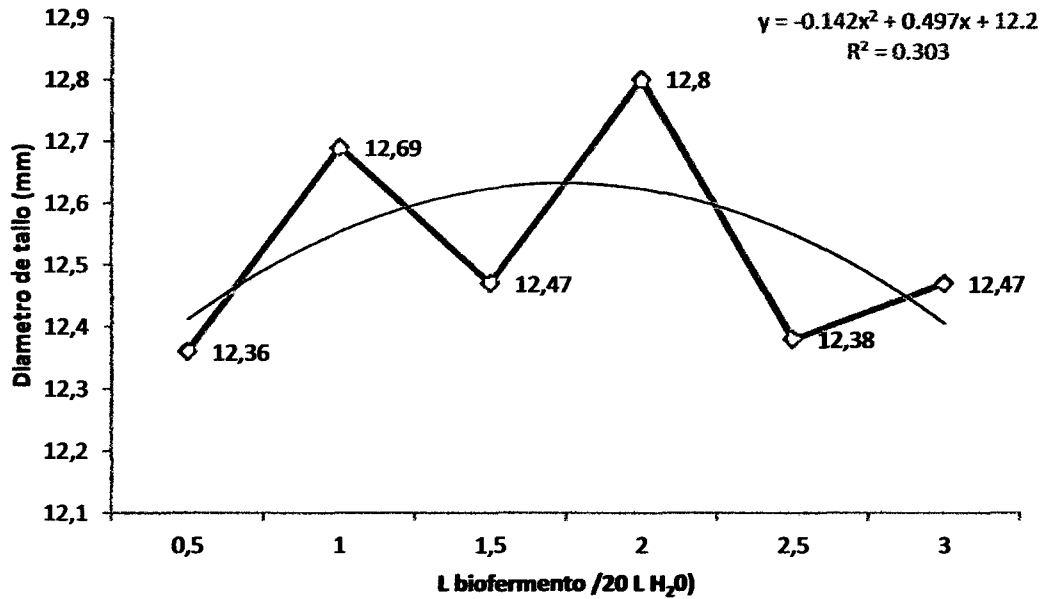
En el Cuadro 9 se presenta la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro de tallo de plantones de cacao, donde se observa que los tratamientos T<sub>4</sub> (2.0 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) y T<sub>2</sub> (1.0 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O), fueron los que

mejores resultados registraron; obteniendo 12.80 mm y 12.69 mm de diámetro de tallo, respectivamente; seguido del T<sub>3</sub> (1.5 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) con 12.47 mm, T<sub>6</sub> (3.0 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) con 12.47 mm, T<sub>5</sub> (2.5 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) con 12.38 mm, todos ellos superan al T<sub>1</sub> (0.5 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O), quien obtuvo un diámetro de tallo de 12.36 mm.

El efecto de la aplicación de biofermento con microorganismos eficientes en el diámetro del tallo fue similar al efecto producido en la altura de los plantones de cacao, como se puede observar en la Figura 4.

**Cuadro 9.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el diámetro de tallo de plantones de cacao

Nº	Tratamientos	Diámetro de	
		tallo (mm)	Significación
1	T <sub>4</sub> (2.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	12.80	a
2	T <sub>2</sub> (1.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	12.69	a
3	T <sub>3</sub> (1.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	12.47	a b
4	T <sub>6</sub> (3.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	12.47	a b c
5	T <sub>5</sub> (2.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	12.38	b c
6	T <sub>1</sub> (0.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	12.36	c



**Figura 4.** Diámetro del tallo de plantones de cacao por efecto de niveles de biofermento.

Según TISDALE *et al.*, (1985), las hojas son los órganos vegetales más importantes para el aprovechamiento de los nutrientes aplicados por aspersión, sin embargo al parecer un nutriente también puede penetrar a través del tallo, incrementando el diámetro de tallo al aplicar diferentes niveles de biofermento, los microsimbiontes inoculados indujeron el mayor crecimiento del tallo, que según O' KEEFE y SYLVIA (1992) se debe al incremento en la superficie de absorción externa que se presenta con el crecimiento del micelio. Sin embargo este incremento no es lineal, describe una tendencia cuadrática, representada por la siguiente ecuación:  $y = -0.142x^2 + 0.497x + 12.2$ , con  $R^2 = 0.303$ . A partir de esta ecuación se estimó el nivel del biofermento que maximice la altura de los plantones y, esto se da cuando el nivel de biofermento es de 1.74 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O a partir del cual decrece el diámetro de los plantones.

#### 4.1.4. Peso seco de tallo

La demanda nutrimental de un cultivo está en función de la producción de biomasa y la distribución de la materia seca entre los diferentes órganos de la planta (peso seco de tallo, raíz y hoja), lo cual juega un papel fundamental en la producción de la planta. En el Cuadro 10, se presenta el análisis de varianza, para el peso seco del tallo, en ello se observa, que existe diferencias significativas para el efecto de tratamientos, y así para efecto de bloques, esto significa que la aplicación de los diferentes niveles de biofermento estimula el crecimiento de los plantones de cacao.

**Cuadro 10.** Análisis de variancia del peso seco del tallo de plantones de cacao a los tres meses de evaluación en fase de vivero.

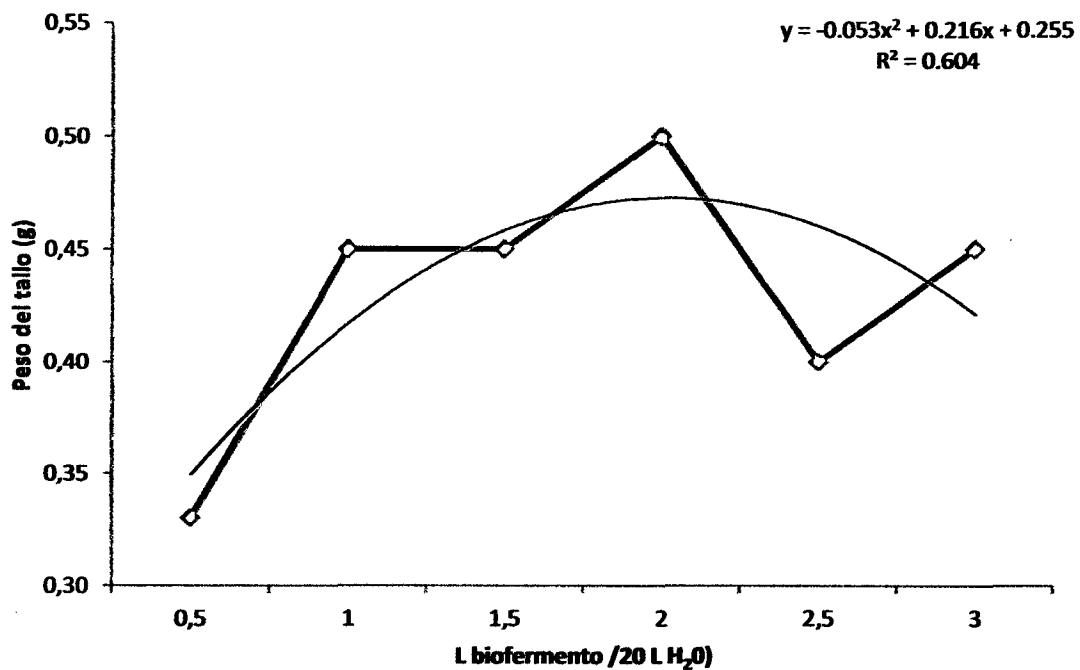
Fuente de variación	G L.	Cuadrados medios	
		Peso seco de tallo	Sig.
Bloque	3	1.351	ns
Tratamiento	5	2.521	s
E. experimental	15	4.063	
Total	23		
C. V.		3.52	

ns: No significativo

s: Significativo



Además en la Figura 5 nos muestra que el efecto de adición de niveles crecientes de biofermento incrementa la materia seca describiendo una ecuación cuadrática cuya ecuación es:  $y = -0.053x^2 + 0.216x + 0.255$ , con  $R^2 = 0.604$ . Posiblemente el efecto de los elementos importantes del biofermento tales como magnesio (Mg) y manganeso (Mn), donde el Mn tiene un papel relevante en la fotosíntesis, metabolismo del carbono y el nitrógeno (RESTREPO, 2001). A partir de esta ecuación se obtiene que la máxima altura de la planta, se da cuando en nivel de biofermento es de 2.015858209 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O, y a partir de este nivel de biofermento decrece la producción de materia seca.



**Figura 5.** Peso seco del tallo de plantones de cacao por efecto de niveles de biofermento

#### 4.1.5. Peso seco de raíz

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza, para el efecto del peso seco de la raíz de los plántones de cacao, en ello se observa diferencia estadística significativa, para el efecto de tratamientos, y no así para efecto de bloques. Estos resultados nos muestran que la aplicación de biofermento en diferentes niveles ejerce un efecto sobre el peso seco de las raíces.

**Cuadro 11.** Análisis de variancia del peso seco de plántones de cacao a los tres meses de evaluación en fase de vivero.

Fuente de variación	G L.	Cuadrados medios	
		Peso seco (g)	Sig.
Bloque	3	21.325	ns
Tratamiento	5	25.576	s
E. experimental	15	126.71	
Total	23		
C. V.		3.54%	

ns: No significativo

s: Significativo

En el Cuadro 12 se presenta la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), donde se observa que los tratamientos T<sub>4</sub> (2.0 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O), con un peso seco de 0.500 g, T<sub>2</sub> (1.0 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) de 0.450 g, el T<sub>3</sub> (1.5 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O), T<sub>6</sub> (3.0 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) y T<sub>5</sub> (2.5 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) no se diferenciaron estadísticamente pero superaron al T<sub>1</sub> (0.5 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O), quien obtuvo un peso seco de tallo de 0.330 g.

Asimismo, en el Cuadro 12 se presenta la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), donde se observa que los tratamientos T<sub>4</sub> (2.0 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) y T<sub>2</sub> (1.0 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) con peso total de 1.800 y 1.550 g se ubicaron en el primer lugar, seguido de los tratamientos T<sub>3</sub> (1.5 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) y T<sub>6</sub> (3.0 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O), finalmente los tratamientos T<sub>5</sub> (2.5 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O) y T<sub>1</sub> (0.5 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O), se quedaron rezagados en el último lugar.

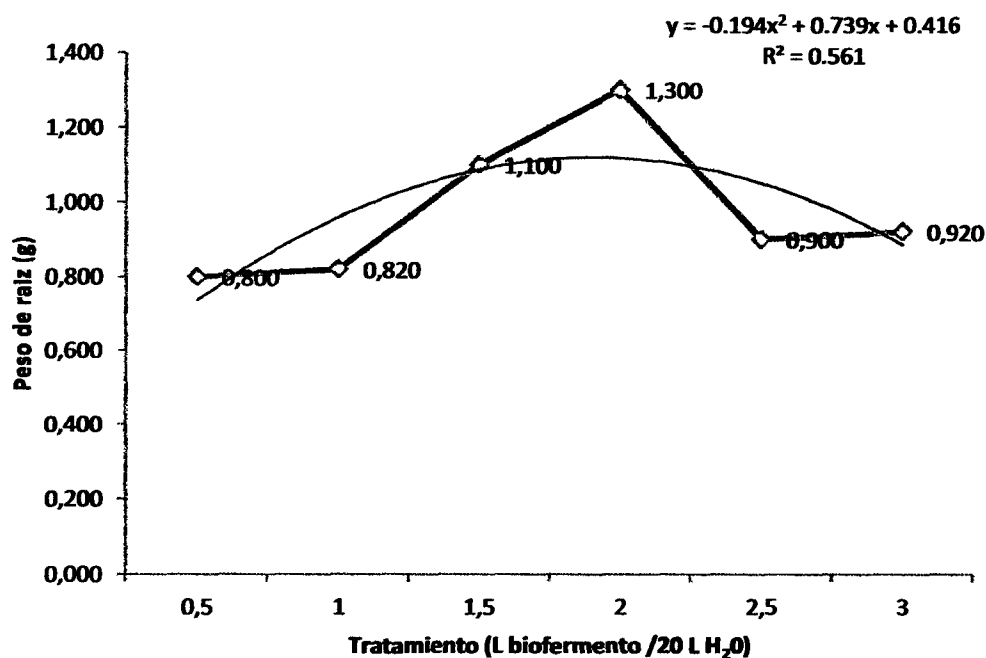
**Cuadro 12.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del peso total de plantones de cacao

Nº	Tratamientos	Peso seco de tallo (g)	Peso seco de raíz (g)	Peso seco total	Sig.
1	T <sub>4</sub> (2.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	0.500	1.300	1.800	a
2	T <sub>2</sub> (1.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	0.450	1.100	1.550	a
3	T <sub>3</sub> (1.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	0.450	0.920	1.370	a
4	T <sub>6</sub> (3.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	0.450	0.900	1.350	a
5	T <sub>5</sub> (2.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	0.400	0.820	1.220	a
6	T <sub>1</sub> (0.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	0.330	0.800	1.130	a

La aplicación de los diferentes niveles de biofermentos, tal como se observa en la Figura 4, ejercieron efectos positivos en la acumulación de biomasa de los plantones, como consecuencia del efecto de los biofermentos, tal como menciona GONZÁLES y VALIENTE (2001), quienes dicen que los biofermentos mejoran la absorción y aprovechamiento de los nutrientes contenidos en estos abonos. Además este incremento en biomasa puede ser también debido al hecho de que las plantas fueron estimuladas a acelerar sus funciones metabólicas

debido a la aplicación del biofermento mejorando su nutrición y por ende ser más vigorosas y fuertes.

En la Figura 6, se puede observar que la relación entre los niveles de biofermento y el peso seco de la raíz del cacao describe una ecuación cuadrática, debido a que la aplicación de biofermentos contribuyen en la formación de materia seca que es importante en la biomasa y la producción de la planta, por tal motivo ROVIRA *et al.*, (1983), señalan que el contenido nutricional de los biofermentos es transformado en sustancias complejas que contribuyen en la formación de materia seca, sin embargo este incremento no es lineal, más bien tiene una cuadrática



**Figura 6.** Peso seco de la raíz de plántulas de cacao por efecto de niveles de biofermento.

tendencia cuadrática. que lleva la siguiente ecuación:  $y = - 0.194x^2 + 0.739x + 0.416$ , con  $R^2 = 0.561$ , a partir de esta ecuación se obtiene que la máxima altura de los plantones se da cuando en nivel de biofermento es de 1.902727741 L biofermento /20 L H<sub>2</sub>O, donde a partir de este nivel se incrementa el área foliar de la planta.

#### 4.1.6. Área foliar

En el Cuadro 13, se presenta el análisis de varianza para el efecto del área foliar de los plantones de cacao, en ello se observa diferencia estadística significativa para el efecto de tratamientos y de bloques. Este efecto se debe a que los biofermentos favorecen las funciones metabólicas y la nutrición, tal como menciona PACOVSKY (1988) quien sostiene que los biofermentos estimulan el desarrollo de la planta, son reguladores de los azúcares y almidones en las plantas, lo que favorece el equilibrio nutricional de estas y a la vez la resistencia a ataques de plagas.

**Cuadro 13.** Análisis de variancia del área foliar de plantones de cacao a los tres meses de evaluación en fase de vivero.

Fuente de variación	G L.	Cuadrados medios	
		Diámetro de tallo	Sig.
Bloque	3	2.340	ns
Tratamiento	5	5.251	s
E. experimental	15	3.675	
Total	23		
C. V.		7.91%	

ns: No significativo

s: Significativo

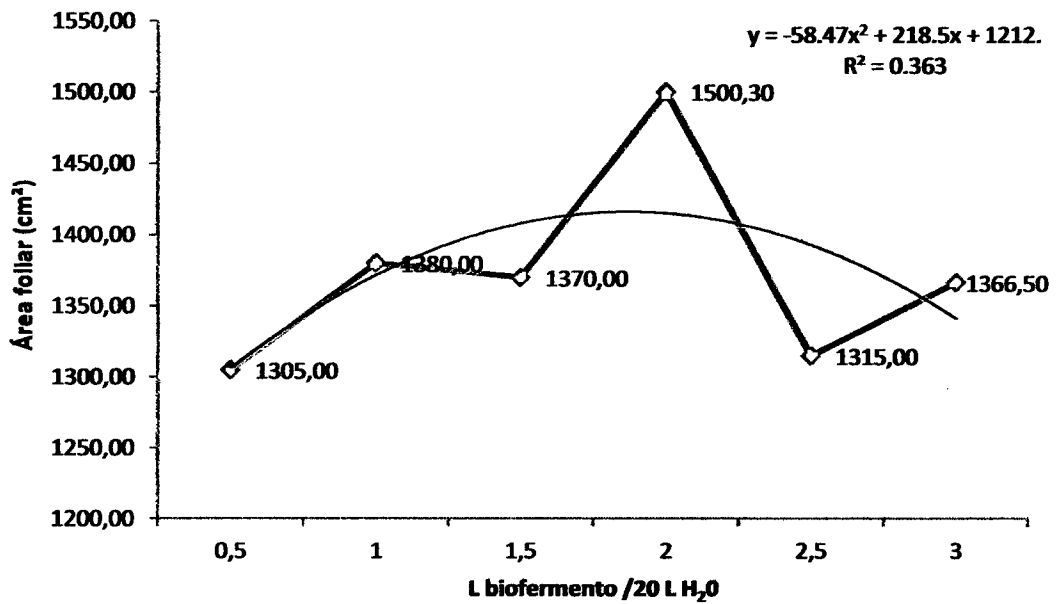
En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Duncan para el área foliar de los plantones de cacao, en ella se observa que el tratamiento T<sub>4</sub> (2.0 L biofermento /20 L H<sub>2</sub>O) se ubicó en el primer lugar, con área foliar de 1500,30 cm<sup>2</sup>, seguido de los tratamientos T<sub>2</sub> (1.0 L biofermento /20 L H<sub>2</sub>O) con un área foliar de 1380,00 cm<sup>2</sup> y T<sub>3</sub> (1.5 L biofermento /20 L H<sub>2</sub>O) con área foliar de 1370,00 cm<sup>2</sup> ambos ocupan el segundo lugar, mientras que los tratamientos T<sub>6</sub> (3.0 L biofermento /20 L H<sub>2</sub>O) con un área foliar de 1366,50 cm<sup>2</sup>, ocupa el tercer lugar y los tratamientos T<sub>5</sub> (2.5 L biofermento /20 L H<sub>2</sub>O) con un área foliar de 1315,00 cm<sup>2</sup> y el tratamiento T<sub>1</sub>(0.5 L biofermento /20 L H<sub>2</sub>O) quien obtuvo un área foliar de 1305,00 cm<sup>2</sup> se ubicaron en el último lugar. Cabe resaltar que esta diferenciación del efecto de diferentes niveles del biofermento obedece a los argumentos mencionados en las anteriores características evaluadas.

**Cuadro 14.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del área foliar de plantones de cacao.

Nº	Tratamientos	Area foliar (cm <sup>2</sup> )	Significación
1	T <sub>4</sub> (2.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	1500.30	a
2	T <sub>2</sub> (1.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	1380.00	b
3	T <sub>3</sub> (1.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	1370.00	b c
4	T <sub>6</sub> (3.0 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	1366.50	c
5	T <sub>5</sub> (2.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	1315.00	d
6	T <sub>1</sub> (0.5 L biofermento/20 L H <sub>2</sub> O)	1305.00	d e

Además puede deberse también a la función importante de combatir enfermedades foliares como lo menciona SCHEURELL y MAHAFEE (2005), que

indica que los microorganismos antagonistas o benéficos del biofermento cubren las superficies de las hojas, previniendo el acceso de patógenos por medio de resistencia inducida, producción de antibióticos o por competencia. Mientras que ARAUZ (2003) ha encontrado que los abonos líquidos derivados de estiércol son más eficaces para el combate de enfermedades foliares que los derivados de residuos vegetales.



**Figura 7.** Efecto de los niveles de biofermento en el área foliar de plántones de cacao.

Según la Figura 7, se observa que a mayor cantidad de biofermento aplicado a los plántones de cacao se produce mayor área foliar, que a su vez genera mayor incremento en la altura, diámetro de tallo y peso seco en los plántones de cacao. Al respecto, FRANKE (1986), menciona que las hojas no son

órganos especializados para la absorción de los nutrientes como son las raíces; sin embargo, en el presente trabajo contradice este supuesto, ya que estamos reportando que a medida que se incrementa la dosis del biofermento hay un incremento del área foliar de la planta. Posiblemente demuestra que los nutrimentos en solución aplicados en el biofermento si son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar, pero si en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición de los ectotesmos que se proyectan radialmente en la pared celular. Además, agrega que las áreas puntiformes sirven para excretar soluciones acuosas de la hoja, como ha sido demostrado en varios estudios y en el presente trabajo. Por lo tanto, también son apropiados para el proceso inverso, esto es penetración de soluciones acuosas con nutrimentos hacia la hoja.

Sin embargo, al igual a las demás características evaluadas la respuesta de la relación entre los niveles de biofermento describe una línea cuadrática cuya ecuación es:  $y = -58.47x^2 + 218.5x + 1212$ , con  $R^2 = 0.363$ . Esta ecuación nos permite estimar el efecto del mejor nivel en el área foliar siendo éste el valor de 1.868619504 L biofermento/20 L H<sub>2</sub>O, y que a partir de este nivel decrece el área foliar de los plantones de cacao.

#### **4.2. Análisis económico de los tratamientos en estudio**

El mejor beneficio/costo esperado por el agricultor es el T<sub>1</sub>, que difiere escasamente con los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>, sin embargo el índice de rentabilidad de los tratamientos T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>, son considerablemente menores, lo que nos estaría indicando que el nivel de 0.5 L de biofermento/20 L de H<sub>2</sub>O favorece no solamente el incremento en el rendimiento (Cuadro 15), sino también una mejor rentabilidad.



**Cuadro 15.** Análisis económico de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Costos de producción/ha (S/.)					Costo total de producción de plantones (S/.)	Costo unitario de plantón	Ingreso bruto	B/C
	Preparación de sustrato	Construcción de vivero	Labores culturales	Repique de plántulas	Costo de biofermento				
T <sub>1</sub>	41.78	459.52	271.08	28.24	193.17	1762.02	1.373	1796.20	1.0194
T <sub>2</sub>	41.78	459.52	271.08	28.24	197.55	1768.53	1.378	1796.20	1.0156
T <sub>3</sub>	41.78	459.52	271.08	28.24	201.93	1775.05	1.384	1796.20	1.0119
T <sub>4</sub>	41.78	459.52	271.08	28.24	206.31	1781.56	1.389	1796.20	1.0082
T <sub>5</sub>	41.78	459.52	271.08	28.24	210.69	1788.08	1.394	1796.20	1.0045
T <sub>6</sub>	41.78	459.52	271.08	28.24	215.07	1794.60	1.399	1796.20	1.0009

Fuente: Elaboración propia.

**Costos según Cooperativa Agroindustrial Naranjillo**

Costo total de producción de plantones =  $\Sigma$ de costos directos + costos indirectos

Costo unitario de plantón= Costo total de producción / N° de plantones (1283 plantones)

Índice de rentabilidad = Costo total / Utilidad (beneficio).

Ingreso bruto = Total de producción (1283 plantones) \* PV (\$ 1.40)

Utilidad = Costo total – Ingreso bruto

B/C = Ingreso bruto/ Costo total

## V. CONCLUSIONES

1. Los efectos del biofermento en el crecimiento del cultivo de cacao a nivel de plántones de vivero se manifestaron en la altura de planta, diámetro de tallo, peso seco total (peso seco de tallo + peso seco de raíz) y área foliar.
2. La dosis de aplicación adecuada del biofermento para la altura de planta, diámetro de tallo, peso total (peso seco de tallo + peso seco de raíz) y área foliar fue 2 L biofermento/20 L de H<sub>2</sub>O.
3. El tratamiento T<sub>1</sub> con el nivel de 0.5 L de biofermento/20 L de H<sub>2</sub>O, fue el que registró menor costo/beneficio para el agricultor.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a lo realizado, podemos recomendar:

1. Realizar ensayos experimentales utilizando el biofermento a nivel de vivero y campo para otras especies con fines de determinar sus beneficios.
2. Evaluar el efecto residual de los diferentes niveles de aplicación de biofermento, en función de un mayor tiempo de evaluación a nivel de vivero, para poder explicar con más objetividad el efecto del biofermento.
3. Efectuar trabajos similares utilizando diferentes tipos de suelo, para explicar el efecto del biofermento en el comportamiento de los diferentes suelos y especies.
4. Realizar un trabajo experimental donde se considere un testigo y varios tratamientos con alta concentración del biofermento para observar la fitotoxicidad.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el sector de La Morada, distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, con el propósito de acelerar el crecimiento de los plántones de cacao en la fase de vivero y determinar la dosis ideal de biofermento.

Se empleó el diseño bloque completamente al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones, para la comparación de medias se utilizaron la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

El vivero estuvo ubicado cercano a una fuente de agua limpia, con una orientación de este a oeste, separando 28 plantas por cada tratamiento y evaluando las 10 plantas que se encuentran en la parte interna. El biofermento tuvo un proceso de preparación de 45 días, el cual tenía que estar bajo sombra sin que le den los rayos solares; por el color ámbar y el olor agradable se pudo garantizar en campo que teníamos un buen producto.

Los efectos del biofermento en el crecimiento de plántones de cacao en vivero se manifestaron en la altura de planta, diámetro de tallo, peso seco total (peso seco de tallo + peso seco de raíz) y área foliar. La dosis de aplicación adecuada del biofermento para la altura de planta, diámetro de tallo, peso total y área foliar fue 2 L biofermento/20 L de H<sub>2</sub>O. El tratamiento T<sub>1</sub> con el nivel de 0.5 L de biofermento/20 L de H<sub>2</sub>O, registró el menor costo/beneficio para el agricultor.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ADRIAZOLA, J. 1991. Manejo del cultivo del cacao. In: Curso Moderno de Cacao. Colegio de Ingenieros del Perú. Tingo María, Perú. 70p.
2. ARAUZ, L.F. 2003. Utilización de abonos orgánicos en el combate de enfermedades de plantas. In: Abonos orgánicos. Principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Memoria. San José, Costa Rica. Pp. 81-93.
3. ARÉVALO, G.E.; ZÚÑIGA, C.L.; ARÉVALO, A.C. y ADRIAZOLA, D.J. 2004. Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonia Peruana. Instituto de Cultivos Tropicales (ICT). Impreso en Impresiones del Castillo S.A. Chiclayo, Perú. 184p.
4. CABALA, R.P. 1975. Exigencias nutricionales e fertilizacao do cacaueiro. Centro de pesquisas Docacau. Itabuna, Brasil. Pp: 1-10.
5. CAMPOS, T. 1998. Uso de bioabono líquido y del guano de isla para el tratamiento de semillas de quinua y cebada. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 25p.
6. CHÁVEZ, A. y MC DONALD. 2005. Uso práctico de microorganismos eficientes. ACCS. Extensión Agropecuaria. Ecuador. 70p.

7. CRESPO, E. 1997. Cultivo y beneficio de cacao CCN 51. Editorial El Conejo. Quito, Ecuador. 130p.
8. ENRIQUEZ, A. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 238p.
8. FRANKE, W. 1986. The basis of foliar absorption of fertilizer with special regard to the mechanism Agrochemical Division. Berlín, Alemania. Pp 17-25.
9. GONZÁLEZ, P. y VALIENTE, F. 2001. Efecto de diferentes dosis de inóculo endomicorrízico en la dinámica de crecimiento de *Citrus volkamericana*. En: Pérez-Moreno J, Ferrera-Cerrato R (Eds.) Agroecología y Desarrollo Sostenible. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. Pp. 374-376.
10. ICCO. 2002. Anual report for 1999/2000. Internacional Cocoa Organization. London, United Kingdom. (En línea): (<http://www.icco.org>, Documento, Ene, 2004).
11. INDAGRO. 2009. Suministros INDAGRO. Catálogo de productos e ingrediente activos. Barcelona, España. 106p.
12. LLANO, A.O. y CASTAÑO M.C. 1975. Segunda etapa del ensayo sobre fertilización en cacao (*Theobroma cacao* L.) en la hacienda Calamar. Tesis U. Caldas. Manizales, Colombia. 28p.

13. MARTINEZ, A. 2004. Agricultura orgánica. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/Gaceta/notas/nota58.htm>. (Consultada en octubre de 2005).
14. NOSTI, N. 1973. Cacao, café y té. 3ra. edición, Editorial SALVAT Editores S. A. Madrid, España. Pp. 12-17.
15. O' KEEFE, D.M. y SYLVIA, D.M. 1992. Cronología y mecanismos de absorción de P por las plantas micorrizadas de batata. *New Phytol.* 122: 651-659.
16. PACHECO, F. 2003. Determinación de la concentración optima de biofermentos para el crecimiento de bancos de forraje, cultivo de morera. Universidad EARTH. Guacimo, Costa Rica. 58p.
17. PACOUSKY. 1988. de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). San José, Costa Rica. 189p.
18. PINHEIRO, S. 2007. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. In: Manual práctico el A,B,C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Barcelona, España. Pp. 137.
19. PINTO, C.M.D. 1963. Requerimiento nutricional del cacaotero durante un ciclo anual. *Rev. Instituto Internacional de Ciencias Agrícolas.* 240p.
20. RESTREPO, J. 1996. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores en Centroamérica y Brasil. Corporación Educativa para

el Desarrollo Costarricense (CEDECO) y PSST-ACyP de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). San José, Costa Rica. 189p.

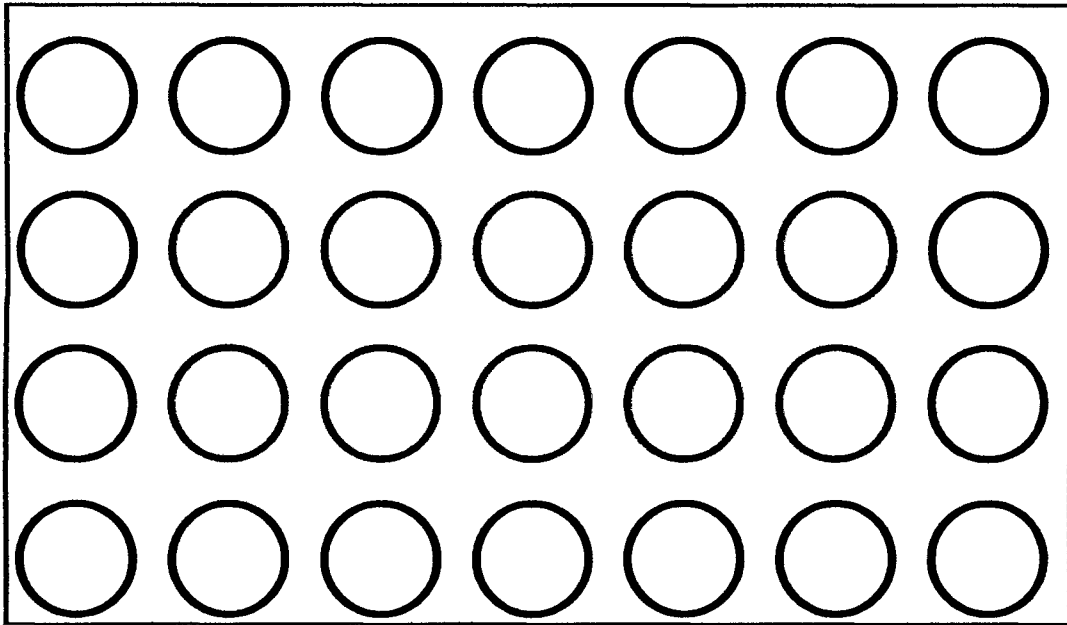
21. RESTREPO, R. 2001. Manual práctico. El a, b, c de la agricultura orgánica y harina de rocas. San José, Costa Rica. 34p.
22. RIMACHE, A.M. 2008. Cultivo del cacao. En: Propagación sexual e instalación y mantenimiento de viveros. Empresa Editora Macro EIRL. Surquillo, Perú. 112p.
23. ROVIRA, A.D.; BOWEN, G.D. y FOSTER, R.C. 1983. La importancia de la microflora rhizosphere y micorrizas en la nutrición de las plantas. En: Enciclopedia de las plantas. Nueva Serie 15. Springer. Berlín, Alemania. Pp. 61-95.
24. SCHEURELL, S.J. y MAHAFFEE, W.F. 2005. Compost tea: principles and prospects for plant disease control. *Compst Science and utilization* 10(4): 313-338
25. SIURA, S. 2001. Efectos de diferentes concentraciones de biol aplicados foliarmente y al suelo en el cultivo de vainita. Lima, Perú. 23p.
26. SUQUILANDA, M. 1998. Agricultura orgánica. Manual para la elaboración de biol. Quito, Ecuador. 420p.



27. TEJADA, K. 1996. Efecto de dos fuentes de purín en el cultivo de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en suelo coluvio-aluvial en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Huánuco. 95p.
  
28. TISDALE, S.W., NELSON, W.L. y BEATON, J.D. 1985. Soil fertility and fertilizers. MacMillan Publishing Co. New York, NY. USA. Pp. 136-148.

## **IX. ANEXO**

**ANEXO 1. Unidad experimental**



 Plantas evaluadas

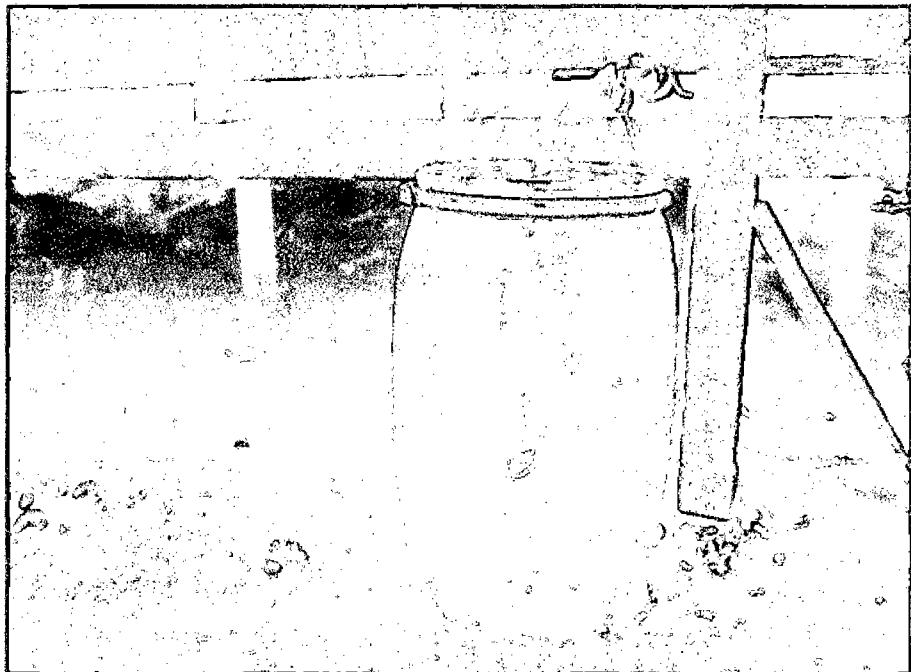
 Plantas no evaluadas

Elaboración propia

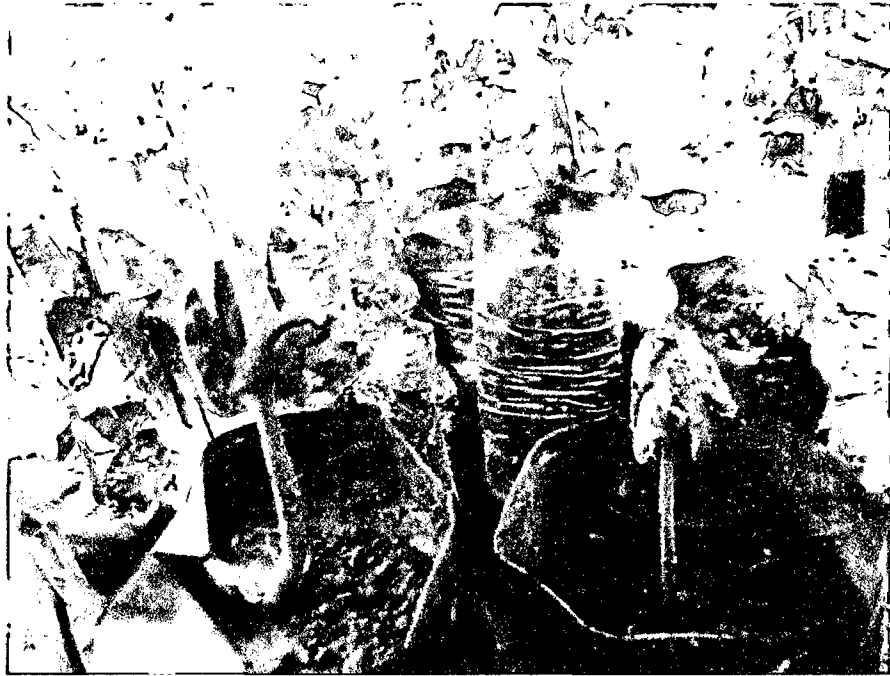
**Figura 8. Disposición de la unidad experimental**



**Figura 9. Preparación del biofermento**



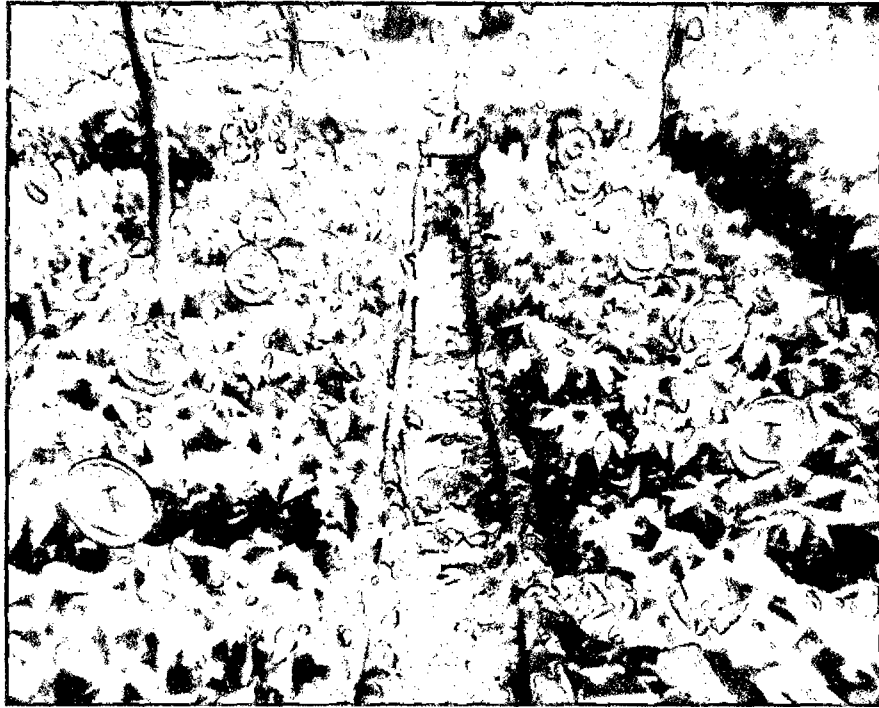
**Figura 10. Fermentación anaeróbica del biofermento**



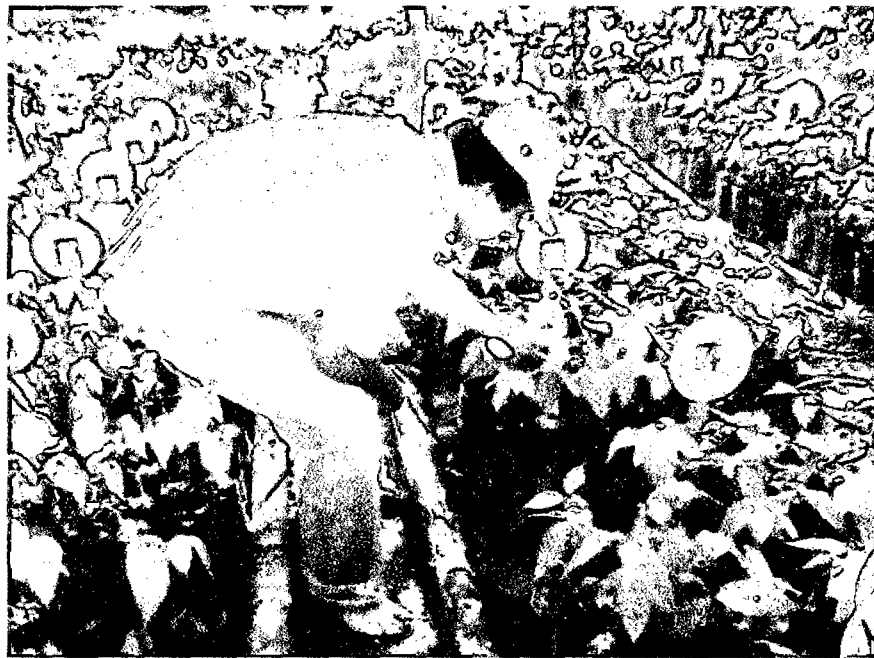
**Figura 11. Emergencia de hojas en plántones de cacao**



**Figura 12. Plántones de cacao a 45 días de siembra**



**Figura 13. Plantones de cacao a 60 días de siembra**



**Figura 14. Evaluación de los plantones de cacao**