

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Aplicación de Microorganismos Eficientes EM en la
producción de plantones de *Theobroma cacao* L.
“cacao” en condiciones de vivero**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO EN LA ESPECIALIDAD DE RECURSOS
NATURALES Y ECOLOGÍA**

Presentado por el:

Bach. VARGAS GARAGUNDO, Rolando

AYACUCHO – PERÚ

2018

A mis padres Máximo y Olga;
hermanos. A mi esposa, a mis
adorados hijos y familiares en general
por su permanente apoyo en mi
formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga por brindarme la formación académica que me permitió ser profesional competente, con valores y principios, garantía de mi sólida formación académica y profesional.

A la Escuela Profesional de Biología, a los docentes que supieron orientarme y encaminarme en la formación académica y profesional, por su apoyo y sus consejos que me condujeron en el camino de la investigación, la sensibilidad social y a cultivar los valores.

A mi asesor, Mg. Edwin Portal Quicaña, por brindarme su tiempo, conocimientos y guía para el desarrollo de la presente investigación.

Expreso mis sinceros agradecimientos a todos mis compañeros de estudio por haber compartido durante nuestra permanencia en la UNSCH los estudios, las dificultades, la alegría y felicidad, a quienes estuvieron cerca apoyándome en los momentos más difíciles de mi vida, mis más sinceros agradecimientos, nombrarlos cometería el error de olvidar a alguno de ellos.

ÍNDICE GENERAL

	Pagina
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	2
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Marco conceptual	5
2.3 Bases teóricas	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Área de estudio	19
3.2 Población y muestra	21
3.3 Metodología y recolección de datos	21
3.4 Evaluación de los plántones de <i>Theobroma cacao</i>	23
3.5 Diseño de investigación	23
3.6 Análisis de datos	24
IV. RESULTADOS	25
4.1 Altura de la planta (cm)	26
4.2 Número de hojas	30
4.3 Grosor del tallo (cm)	34
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1.	Dosificación de los EM autóctono y comercial representados para cada tratamiento.	23
Tabla 2.	Altura promedio (cm) de los plantones de cacao por efecto de EM a diferentes dosis de EM autóctono y comercial.	26
Tabla 3.	Numero de hojas promedio de los plantones de cacao por efecto de EM a diferentes dosis de EM autóctono y comercial.	30
Tabla 4.	Grosor del tallo promedio (cm.) de los plantones de cacao por efecto de EM a diferentes dosis de EM autóctono y comercial.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Producción de cacao a nivel nacional. Fuente: MINAGRI-DGSEP- DEA. 2015	5
Figura 2. Centro de investigación del vivero de cacao en la asociación “Los Licenciados” del distrito de Santa Rosa, provincia La Mar, región Ayacucho.	20
Figura 3. Altura promedio (cm) de los plántones de cacao luego de la aplicación de EM.	27
Figura 4. Altura promedio (cm) de los plántones de cacao luego de la aplicación de EM.	28
Figura 5. Altura promedio (cm) en la octava evaluación (cuatro meses) de los plántones de cacao luego de la aplicación de EM.	29
Figura 6. Número de hojas promedio de los plántones de cacao por efecto de EM a diferentes tratamientos.	31
Figura 7. Número de hojas promedio de los plántones de cacao luego de la aplicación de EM.	32
Figura 8. Número de hojas promedio en la octava evaluación (cuatro meses) de plántones cacao luego de la aplicación de EM.	33
Figura 9. Grosor del tallo promedio (cm) de los plántones de cacao por efecto de EM a diferentes tratamientos.	35
Figura 10. Grosor del tallo promedio (cm) de los plántones de cacao luego de la aplicación de EM.	36
Figura 11. Grosor del tallo promedio (cm) en la octava evaluación (cuatro meses) de plántones de cacao luego de la aplicación de EM en la producción de plántones.	37

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Análisis de variancia de la altura promedio (cm) de los plantones de cacao por efecto de EM	50
Anexo 2. Análisis de variancia de la altura de los plantones de cacao a los 120 días de evaluación por efecto de EM.	51
Anexo 3. Análisis de variancia de numero de hojas promedio (unid.) de los plantones de cacao por efecto de EM.	52
Anexo 4. Prueba de Tukey ($p= 0.05$) para el número de hojas promedio de los plantones de cacao por efecto de EM bajo diferentes tratamientos.	53
Anexo 5. Análisis de variancia del número de hojas de los plantones de cacao a los 120 días de evaluación por efecto de EM.	54
Anexo 6. Análisis de variancia de diámetro del tallo promedio (cm.) de los plantones de cacao por efecto de EM.	55
Anexo 7. Análisis de variancia del grosor (diámetro) del tallo de los plantones de cacao a los 120 días de evaluación por efecto de EM.	56
Anexo 8. Flujograma de preparación de EM autóctonos.	57
Anexo 9. Flujograma de activación de EM comercial EM.1 ®	58
Anexo 10. Flujograma de la producción de plantones de cacao	59
Anexo 11. Croquis del diseño experimental de los tratamientos	60
Anexo 12. Toma de fotografías de la secuencialidad del trabajo de investigación en la asociación “Los Licenciados” del distrito de Santa Rosa	61
Anexo 13. Matriz de consistencia.	62

RESUMEN

En el VRAEM en los últimos años a través de las diferentes instituciones se han producido plantones de cacao de manera convencional sin tener en cuenta el cuidado del medio ambiente. Este trabajo de investigación se realizó con la aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) en la producción de plantones de *Theobroma cacao* L “cacao” en condiciones de vivero, en la Asociación “Los Licenciados” del distrito de Santa Rosa, provincia de La Mar, región de Ayacucho, a 747 msnm con el objetivo de determinar la dosis adecuada de EM para incrementar la producción de plantones de cacao, evaluar la altura de la planta de cacao en vivero y evaluar el número de hojas y el grosor del tallo a la altura del cuello de la planta de cacao en vivero. La metodología consistió en instalar un vivero para la producción de plantones de cacao en un área de 72 m², preparar los EM autóctonos en un cilindro de 200 l considerando diferentes dosis de EM autóctonos: agua (autóctonos puro, 0.5:0.5 y 0.25:0.75) para cada uno de los tratamientos (T1, T2 y T3) y la preparación de ME comerciales (0.05:0.95), para el tratamiento 4 (T4) y el testigo (T5); a partir de la aplicación de la dosis adecuada de EM, se evaluó la altura, número de hojas y el grosor del tallo a la altura del cuello de los plantones de cacao en condiciones de vivero. El diseño experimental que se adecuó fue diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Las mediciones se llevaron a cabo cada 15 días antes de la aplicación de los tratamientos.

En los resultados obtenidos en la dosis adecuada en el uso de EM autóctonos en diferentes dosis en la producción de plantones de cacao en condiciones de vivero, estadísticamente no produce diferencia en las variables de altura y grosor de los plantones y siendo la variable número de hojas estadísticamente diferente en el tratamiento con EM autóctonos puro (T1), la que demostró ser el mejor ya que presentó el mayor número de hojas con un número de hojas promedio 11 hojas en comparación con el testigo (T5) con un número de hojas promedio de 10 hojas. El efecto en el número de hojas posiblemente sea de que los EM generan una serie de sustancias benéficas compuestas por aminoácidos, sustancias bioactivas, enzimas y azúcares que ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas.

Palabras clave: *Theobroma cacao* L, Microorganismos Eficientes (EM)

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, uno de los cultivos más importantes son los cultivos tropicales, entre ellos el cacao, café y los frutales. Nuestro país ofrece óptimas condiciones para producir un cacao de excelente calidad, atributos que despiertan un gran interés en la industria internacional del cacao¹. Para ello la instalación a terreno definitivo de nuevas plantaciones de cacao debe hacerse con plántones producidas en viveros, que aseguren el material vegetal en buen estado fisiológico para que sobrevivan el trasplante a campo definitivo sin afectar su establecimiento y óptimo desarrollo.²

El uso y manejo inadecuado de los suelos empleados en la producción agrícola, sumado al excesivo o mal uso de productos químicos a nivel mundial, han provocado severos daños medioambientales, que se reflejan en la desactivación biológica y pérdida de sus condiciones productivas, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria de la sociedad. En el Perú, tradicionalmente la utilización de fertilizantes químicos, representa un componente importante en los sistemas de producción tecnificados; sin embargo, debido al costo no se encuentra al alcance de la mayoría de pequeños productores; una alternativa para ellos es la producción orgánica, principalmente en los cultivos de cacao y café que se ha incrementado significativamente en la última década. Una de las formas sostenibles de mantener la fertilidad de los suelos es el uso de EM autóctonos o comerciales que actúan como mejoradores de sustratos utilizados en condiciones de vivero los cuales son reconocidos por su gran efecto como promotores de desarrollo radicular en las plántulas de cacao y por su distribución al incremento y capacidad de absorción de nutrientes.

La aplicación de EM autóctono y comercial ha permitido la reducción en la aplicación de fungicidas químicos y por lo tanto un control más eficiente de patógenos causantes de enfermedades, al ser incorporados en los plantones de cacao en vivero, ³ siendo una de las alternativas viables de bajos costos y al alcance de la población local es el uso de Microorganismos Eficientes (EM) como la que proponemos en la presente investigación, planteándonos los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar la aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) en la producción de plantones de cacao en condiciones de vivero.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Determinar la dosis más adecuada de Microorganismos Eficientes (EM) para incrementar la producción de plantones de cacao.
- b) Evaluar la altura de la planta de cacao en vivero.
- c) Evaluar el número de hojas y el grosor del tallo a la altura del cuello de la planta de cacao en vivero.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Al evaluarse los efectos de un compost enriquecido con EM en la germinación, días de emergencia y días al trasplante de dos especies de origen tropical. de *Artocarpus altilis* y *Theobroma cacao*, se determinó que la mezcla de compost (T4) en su conjunto, tiene el mayor efecto sobre los parámetros de las semillas. En la germinación se comprobó que en dos de los tratamientos T3 y T4 disminuyeron significativamente el número de días a la germinación, en relación al testigo, 33 días en *Artocarpus altilis* y 13 días en *Theobroma cacao*. El número de plantas emergidas, aumento en ambas especies con la adición de EM, LAB y levadura comercial (T4). Se reporta también una reducción en los días al trasplante de las especies estudiadas siendo significativa particularmente en cacao.⁴

Al estudiarse el efecto de la aplicación de abonos procesados con EM en la producción de plántones de cacao clon CCN- 51, en la cual se evaluó el porcentaje de germinación, altura de plantas, diámetro de tallos, número de hojas, volumen de raíces, peso fresco y seco e incidencia de enfermedades, logrando determinar que ninguno de los tratamientos tiene influencia en la germinación de las semillas y volumen radicular; sin embargo existen diferencias significativas en los otros parámetros evaluados. Así mismo del análisis nutricional el compost sólo y con incorporación de los microorganismos (EM comerciales y EM de bosque) registran los menores contenidos nutricionales respecto a los otros tipos de abonos, mientras que los tratamientos con abonos orgánicos con y sin incorporación microorganismos (EM comerciales y EM de bosque) y fertilización con NPK superan estadísticamente sólo al testigo (solo suelo), expresando una reducción del 50%.⁵

Al determinar el efecto de la aplicación de EM a diferentes concentraciones para el manejo de añublo bacteriano en el cultivo del palmito en la reducción de la infección de la enfermedad en el campo y en laboratorio. En el campo, las aplicaciones de 50% y 25% EMA redujeron de forma altamente significativa la infección de la enfermedad en comparación con el testigo, esto de acuerdo al valor de ABCPE (Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad). El tratamiento con 50% EMA fue el mejor, alcanzando una reducción aproximada del 30%. En la prueba *in vitro*, se observó el efecto antagónico de EMA al patógeno *E. herbicola*, por lo cual el antagonismo fue considerado como uno de los factores que aportan en el mecanismo de acción para la reducción de la enfermedad.⁶

Al evaluarse los diferentes dosis de EM autóctonos en el cultivo de *Zea mays* L. (Maíz amarillo duro) en la zona de Satipo, se obtuvieron los resultados indican que, al incrementar las dosis de EM, se incrementan el diámetro de tallo hasta una dosis de 4 litros por hectáreas; y la altura de planta hasta una dosis de 6 litros por hectárea, el diámetro de mazorca hasta una dosis de 4 litros por hectáreas, peso de granos hasta una dosis de 5 litros por hectáreas y el rendimiento hasta una dosis de 5 litros por hectáreas. La emergencia de plantas, número de mazorcas, tamaño de mazorcas, tamaño de tuzas, diámetro de tuzas, peso de mazorcas y número de granos por mazorca no son influenciados significativamente por la aplicación de las dosis de EM. La dosis óptima de ME para el cultivo de *Zea mays* L var. marginal 28T (maíz amarillo duro), es de 5,83 litros por hectárea de EM.⁷

Al estudiarse el efecto de la inoculación microbiana en sustratos utilizados para la producción de plantas de cacao en etapa de vivero para lo cual se utilizaron semillas del clon IMC 67; se determinó la altura de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, longitud radical y peso seco foliar y radical, así como las poblaciones de bacterias en agar SRS. Para lo cual se recomienda la inoculación de estos microorganismos para mejorar el desarrollo vegetal de las plantas de cacao en etapa de vivero y por tanto su supervivencia en el trasplante a campo. La inoculación microbiana en los sustratos también promovió el incremento poblacional de rizobacterias.²

2.2 Marco conceptual

2.2.1 El cultivo de cacao en el Perú

El cacao es una planta originaria de América del Sur, del área que comprende la Amazonía (Perú, Ecuador, Colombia, Brasil, Venezuela). Antiguamente en México, los Aztecas lo consideraban "La bebida de los dioses", de allí deriva su nombre científico (Theo – broma, que significa bebida de dios). Fue llevado por los españoles a Europa, para luego convertirse en una de los productos más populares del mundo: el chocolate. Costa de Marfil y Ghana, son los países que lideran la producción de cacao convencional. Mientras que el Perú, es uno de los países que lidera la producción de cacao orgánico en el mundo.⁸

El cacao es un cultivo que se encuentra en la parte baja de la vertiente occidental de los andes, pero se ha desarrollado básicamente en la selva peruana entre los 300 y 900 m.s.n.m. La producción del cacao hace algunos años (1993 aprox.) presentó una etapa improductiva, era deficiente. Un estimado de la producción en la zona de Quillabamba arrojaba rendimientos de 500 Kg. /Ha. La producción promedio para Tingo María era de 300 Kg. /Ha. En la actualidad el promedio nacional de parcelas bien manejadas está superando los 800 Kg. /Ha.⁹

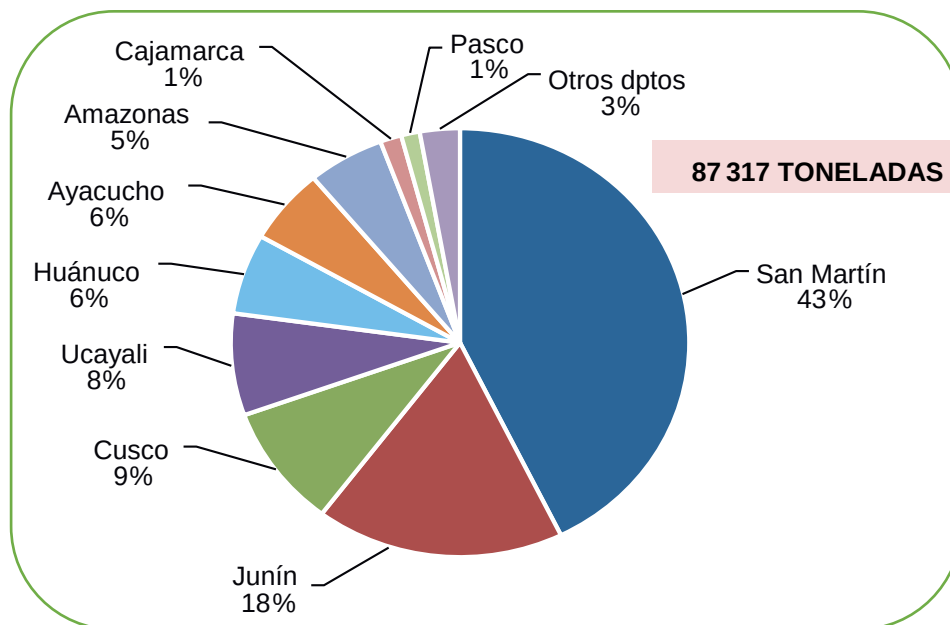


Figura 1. Producción de cacao a nivel nacional. Fuente: MINAGRI-DGSEP- DEA. 2015

2.2.2 Características agronómicas y botánicas del cacao

2.2.2.1 Descripción botánica.

La planta de cacao es un árbol de tamaño mediano (5 – 8 m) aunque que puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa su tronco es recto que se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales.⁹

a) Raíces.

La raíz principal es pivotante y puede alcanzar de 1.5 - 2.0 m. de profundidad Las raíces laterales en su mayoría se encuentran en los primeros 30 cm del suelo alrededor del árbol, pudiendo alcanzar los 5 – 6 m de longitud horizontal.⁹

b) Tallo.

El tallo, en su primera fase de crecimiento, es ortotrópico (vertical) que perdura por 12-15 meses. Luego, este crecimiento se interrumpe para dar lugar a la formación de 4 - 5 ramitas secundarias (“horqueta”), que son de crecimiento plagiotrópico (horizontal). Debajo de la horqueta aparece con frecuencia brotes ortotrópicos (verticales) o “chupones” que darán lugar a una nueva horqueta y este evento, puede repetirse por 3 a 4 veces consecutivas.⁹

c) Hojas.

Las hojas son enteras, de 15 – 50 cm de longitud y de 5 – 20 cm de ancho, con ápice acuminado o romo; simétricas en el brote ortotrópico y/o asimétricas en las ramas plagiotrópicas. La forma del limbo pueden ser: elíptica, ovada o abovada, con peciolo que presentan dos engrosamientos, denominados “pulvínulos”, uno en la inserción con el tallo, y otro en la inserción con el limbo foliar. En las ramas plagiotrópicas, los dos pulvínulos están casi unidos. Los brotes tiernos generalmente presentan pigmentación antociánica, con excepción de árboles mutantes, que son completamente despigmentados.⁹

d) Flores.

Las flores, son hermafroditas, pentámeras (5 sépalos, 5 pétalos, 5 estaminodios, 5 estambres, y 5 lóculos por ovario), completas (todos sus verticilos florales) y perfectas (con androceo y gineceo). Estas aparecen en el tronco en forma solitaria o en grupos (“cojines florales”) y su diámetro oscila entre 1 – 1.5 cm de los sépalos son de prefloración valvar con o sin pigmentación antociánica. Los pétalos son de prefloración imbricada y presentan dos partes distintas, una basal cóncava y otra apical con el extremo inferior unguiculado, y el superior amplio y con el ápice

redondeado. Los 5 estambres están bifurcados en el ápice y cada bifurcación posee una antera biteca. Los 5 estaminodios son infértiles y actúan como órganos de atracción de insectos y/o protección del gineceo. El ovario es súpero, pentacarpelar y pentalocular. Cada lóculo contiene dos series de óvulos anátropos de placentación axial, pudiéndose encontrar en promedio de 30 – 60 óvulos por ovario.⁹

e) Frutos.

Los frutos son bayas con tamaños que oscilan de 10 – 42 cm, de forma variable (oblonga, elíptica, ovada, abovada, esférica y oblata); de superficie lisa o rugosa, y de color rojo o verde al estado inmaduro, que depende de los genotipos. El ápice puede ser agudo, obtuso, atenuado, redondeado, apezonado o dentado; la cáscara gruesa, delgada o intermedia; de surcos superficiales, intermedios o profundos. El epicarpio y el endocarpio son carnosos estando separados por un mesocarpio fino y leñoso.⁹

f) Semillas.

Las semillas, o almendras son de tamaño variables (1.2 – 3 cm), cubiertas con un mucílago o pulpa de color blanco cremoso, de distintos sabores y aromas (floral, frutal) y grados de acidez, dulzura y astringencia. Al interior de la almendra están los cotiledones, que pueden ser de color morado, violeta, rosado o blanco, según el genotipo.⁹

2.2.2.2 Ubicación taxonómica

Según León (1968), el género *Theobroma*, se encuentra constituido más o menos por unas 30 especies, y según su sistemática el cacao se encuentra clasificado como sigue:¹⁰

Reino	: Vegetal
División	: Fanerogramas
Clase	: Angiospermas
Subclase	: Dicotiledoneae
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiaceae
Género	: <i>Theobroma</i>
Especie	: <i>Theobroma cacao</i> L.

2.2.2.3 Principales usos del cacao y sus derivados

A partir de las semillas del cacao se obtiene el cacao en grano, los cuatro productos intermedios (licor de cacao, manteca de cacao, pasta de cacao y cacao en polvo) y el chocolate. A pesar de que el mercado de chocolates es el mayor consumidor de cacao en términos de equivalente en grano, productos intermedios tales como el cacao en polvo y la manteca de cacao son utilizados en diversas áreas.⁹

2.2.3 Manejo agronómico del cultivo de cacao

2.2.3.1 Ecología y adaptación

Se menciona que prefiere zonas de climas cálidos y húmedos y que no tengan una estación seca prolongada tropical, crece entre 26° latitud norte y 26° latitud sur. Requiere temperatura media entre 25 y 29°C son sensibles a temperaturas mayores a 32°C. Cuando la temperatura es menor a 21°C hay poca formación de flores, la cual alcanza su máximo nivel a los 25°C. Temperaturas bajas detienen el crecimiento del tallo y favorecen el desarrollo de la pudrición parda causada por *Phytophthora palmivora*, aumenta el período de maduración del fruto y las grasas no saturadas en las semillas, lo que resulta en un bajo punto de fusión de la manteca. También es dependiente de las precipitaciones, entre 1500-2500 mm/año, debido a que un exceso o deficiencia de lluvias puede ocasionar pérdidas de cosecha. Cuando las lluvias son menores, se debe seleccionar áreas frescas y utilizar sombra.⁹

En zonas con mayor lluvia se debe tener cuidado con el drenaje. Se desarrolla en suelos no inundables, fértiles, ricos en materia orgánica, profundos, con buen drenaje y pH entre 4,5 a 6,5. Crece bien en suelos desde franco arenosos hasta arcillosos. El subsuelo debe ser permeable y de fácil penetración para la raíz pivotante. Presenta menor adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad que otras especies nativas de la amazonia. No tolera niveles altos de aluminio y requiere buen nivel de calcio cambiante. Tolerancia períodos cortos de inundación, siempre y cuando tenga buen drenaje interno.⁹

2.2.3.2 Zonas de producción

En el Perú las principales zonas de producción son: Jaén, Bagua, Alto Huallaga, Huallaga Central, Satipo, Valle del Río Apurímac y La Convención. Entre las zonas potenciales se puede mencionar las zonas de Pichis y del Palcazú.⁹

2.2.4 Producción de plantones de cacao

2.2.4.1 Instalación de viveros

Se recomienda la propagación con semilla botánica, seleccionada por su productividad, tamaño, contenido de grasa, porcentaje de testa, aroma, sabor, tolerancia a enfermedades, la cual debe ser tratada y desinfectada.

a) Ubicación del vivero

Para la ubicación de vivero se debe de tener en cuenta los siguientes criterios. ¹¹

- Los viveros se deben instalar en zonas de fácil acceso, cerca de una fuente de agua limpia y cerca al lugar definitivo donde se va a trasplantar.
- La orientación del vivero debe ser de este a oeste. La topografía puede ser plana, pero de preferencia ligeramente inclinada.
- El tamaño del vivero debe ser de acuerdo al número de plantones que se producirán, además se debe de considerar las pérdidas.

b) Preparación del tinglado

Para la preparación del tinglado se debe usar materiales de la zona con postes de 3.0 m de largo el cual se entierra 0.5 m separados cada 3.0 m dando una altura de tinglado 2.5 m y el techo cubierta de malla raschel y/o palmeras. ¹¹

c) Preparación del sustrato

La obtención de buenos plantones va a depender de la riqueza del sustrato a utilizar y del manejo técnico que se realiza en el vivero, para su preparación se debe tener los siguientes componentes:

- Debe ser tierra de la capa superficial del suelo, si es negra es mejor.
- Mezclar con estiércol de los animales.
- Es recomendable realizar en esta etapa un control fitosanitario, efectuando un tratamiento preventivo al sustrato con agua caliente (termoterapia) o solarización para prevenir la presencia de microorganismos patógenos. ¹¹

d) Tipos de bolsas

- Las bolsas que se utilizan son de polietileno de color negro de material virgen o R1 conocido así en el mercado.
- El tamaño de la bolsa depende del tiempo que los plantones van estar en vivero.

e) Llenado y acomodado de las bolsas

Las bolsas se llenan siguiendo la siguiente secuencia:

- Primero llenar las bolsas hasta la mitad, soltando de las manos suavemente contra el suelo repetidas veces.
- Antes de completar el llenado se repite esta labor, de modo que ésta no queda excesivamente suelta.
- Luego llevar las bolsas a las camas y regarlas para que la tierra se asienta y realizan un llenado definitivo.
- Las bolsas llenas se acomodan en hileras dobles en forma vertical, en espacio de 10 cm entre hileras.¹¹

f) Preparación y siembra de la semilla para patrón

- Las semillas que se utilizan para patrón deben ser extraídas de frutos de plantas híbridas o clonadas, es recomendable utilizar preferentemente híbridos de frutos grandes y sanos, no sobre maduros.
- La cantidad de semilla a utilizar en promedio para 1 ha es de 4 a 5 kg con mucílago (1kg es aproximadamente a 350 semillas)
- Las semillas se siembran también desmucilaginas, para ello se frota suavemente con aserrín, arena o ceniza se olean bajo sombra por 8 h y se desinfecta con ceniza o parachupadera y luego se siembran en bolsas colocándolas en forma horizontal.
- Se puede realizar un pre-germinadora mezclando y tapando las semillas con sustrato húmedo bajo sombra, durante 4 a 5 días hasta ver la emisión de la raíz luego sembrar una semilla por bolsa en posición vertical hacia abajo.¹¹

2.2.4.2 Manejo de viveros

En el manejo de los plántones de cacao en vivero se debe tener en cuenta las siguientes actividades:

- **Riegos:** La frecuencia de riegos en el vivero depende de las condiciones climáticas del lugar, lo importante es que el sustrato debe estar siempre húmedo.

- **Deshierbo:** En el vivero no se debe permitir el desarrollo de malezas, pues estas compiten con los plantones y por la disponibilidad de nutrientes y agua.
- **Selección de plantones:** Durante la etapa de vivero se debe de realizar la selección de plantones, iniciándose esta labor al segundo mes de sembradas las semillas en la bolsa, eliminando las plantas deformadas, raquílicas, poco vigorosas y enfermas colocando las grandes y medianos por separado.
- **Fertilización:** Es importante considerar la fertilización foliar de las plantas en vivero con productos orgánicos, principalmente si las plantas muestran síntomas de deficiencias nutricionales en el color de sus hojas, o por tener poco desarrollo y vigor del follaje.
- **Control de plagas:** Las plantas enfermas o muertas deben examinarse con cuidado para determinar su grado de peligrosidad. Las plantas enfermas se deben ubicar en otro lugar para su tratamiento o destrucción según el caso. Cuando haya afectaciones de plagas, debe realizarse controles con productos orgánicos que funcionen como repelentes para mantener las plantas sanas en el vivero.
- **Plantones para trasplante al campo definitivo:** Los plantones que se llevan al campo definitivo pueden seguir 2 caminos:
 - ✓ La 1ra. es que el patrón se desarrolla en la bolsa, se trasplanta el patrón y el injerto se realiza en campo definitivo, en este caso el plantón desarrolla en vivero y permanece en vivero entre 2 a 4 meses.
 - ✓ La 2da. Es que el patrón a los 6 meses de permanecer en vivero alcanza un diámetro de 1.5 cm se realiza el injerto en el vivero y a los 3 meses de haber realizado el injerto en el vivero se trasplanta a campo definitivo

2.3 Bases teóricas

2.3.1 Microorganismos Eficientes (EM)

El Profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus es el padre de la tecnología de Microorganismos Eficientes (EM). El profesor Higa empezó a estudiar los microorganismos a raíz de un envenenamiento que tuvo con productos químicos agrícolas. Para su investigación, recogió 2000 especies

de microorganismos. El trabajo tomó enormes cantidades de tiempo, excluyendo microorganismos dañinos u olorosos, logró encontrar 80 EM beneficiosos a los seres humanos. En el curso de su investigación, el profesor dispuso de una mezcla de microorganismos cerca de algunos arbustos. Encontró allí más adelante, crecimiento vegetal abundante. Inspirado por el feliz accidente, Higa empezó a investigar las mejores combinaciones hasta que en 1982 hizo la presentación formal del EM, como acondicionador del suelo, catorce años después de haber comenzado su investigación.¹²

Los EM consisten en cultivos mixtos de microorganismos benéficos de ocurrencia natural que pueden ser aplicados como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana de los suelos y plantas. Investigaciones han arrojado que la inoculación con cultivos de EM al ecosistema suelo/planta pueden mejorar la calidad, salud del suelo y el crecimiento, producción y calidad de los cultivos. Los EM contienen especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas y levaduras y un número más pequeños de bacterias fotosintéticas. Todos estos compatibles mutuamente unos con otros y capaces de coexistir en un cultivo líquido.¹²

Los EM no son un sustituto de otras prácticas de manejo. Son una herramienta adicional para optimizar las mejoras prácticas de manejo del suelo y cultivos, como: rotación de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, labranza de conservación, reciclaje de residuos de cosecha y biocontrol de plagas. Si son usados apropiadamente, los EM pueden incrementar significativamente los efectos benéficos de estas prácticas.¹²

La mayoría de los EM son heterotróficos, es decir, ellos requieren de fuentes orgánicas de carbono y nitrógeno. Los cuales han sido más eficaces cuando están aplicados conjuntamente con enmiendas orgánicas para proporcionar carbono, oxígeno y energía. Los EM contiene un gran número de microorganismos y es un producto comercial producido por la Universidad EARTH bajo la licencia de EMRO en Costa Rica. Los alcances de esta investigación no contemplan el análisis del EM o su efecto en el proceso.¹³

2.3.1.1 Composición microbiológica de los Microorganismos Eficientes.

Los principales consorcios de microorganismos presentes en el EM comprenden:

a. Bacterias fotosintéticas.

Las bacterias fotosintéticas o fototrópicas son un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos (sulfuro de hidrógeno), usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía.¹²

b. Bacterias ácido lácticas

Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Desde tiempos antiguos, muchos alimentos y bebidas como el yogurt y los encurtidos son producidos con bacterias ácidas lácticas. Sin embargo, el ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte que suprime microorganismos dañinos. Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades los cuales aparecen en sistemas de producción continua. Bajo circunstancias normales, las especies como *Fusarium* debilitan las plantas cultivadas, exponiéndolas a enfermedades y a poblaciones crecientes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reduce las poblaciones de nemátodos y controla la propagación y diseminación de *Fusarium*, mejorando así el medio ambiente para el crecimiento de cultivos.

¹²

c. Levaduras

Las levaduras son organismos unicelulares, muy abundantes en la naturaleza y con muy diversas formas, que pertenecen al reino de los hongos. Las levaduras son importantes por su capacidad para descomponer o transformar sustancias en otras, un proceso que se denomina fermentación un proceso muy común en la alimentación humana (pan, quesos, yogures, encurtidos, cervezas, vinos).¹⁴

d. Actinomicetos

Producen sustancias que funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocida). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas. Los actinomicetos pueden coexistir con las bacterias fotosintéticas. Así, ambas especies realzan la calidad del ambiente del suelo, aumentando su actividad antimicrobiana.¹⁴

e. Hongos

Los hongos de la fermentación tales como *aspergillus* y *penicillium* descomponen la materia orgánica rápidamente para producir los ésteres y las sustancias antimicrobianas. Éstos suprimen olores y previenen la infestación de insectos y de larvas dañinos.¹⁴

2.3.1.3 Importancia de los Microorganismos Eficientes (EM)

En las plantas:

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.
- Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.¹²

En los suelos:

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

Efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua.

Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.¹²

2.3.1.4 Aplicaciones de los Microorganismos Eficientes (EM)

a. EM para la agricultura

La mejor manera de utilizar EM para la agricultura depende de la región, la calidad de la tierra, el clima, el método de cultivo, irrigación, cosechas y otros factores.¹²

b. EM para la actividad pesquera

De acuerdo a los estudios y experimentos, EM es extremadamente beneficioso para la actividad pesquera, la comida de los peces se fermenta con EM antes de alimentarlos. Una variedad de alimentos hechos con EM incluye aquellos excrementos de animales desechos sólidos con Bokashi y alimento comercial.¹²

c. EM para aves de corral

Los EM se han vuelto muy popular en la industria avícola. Los alimentos se fermentan con EM antes de suministrarlos a las aves. Una variedad de comidas hechas con EM incluye aquellos excrementos de animales. Se agrega EM extendido al agua potable en una preparación de 1; 1,000. También son usados en el agua de bebida el cual ayuda a mejorar microbiológicamente la calidad de la misma, además de enriquecerlas con sustancias benéficas.¹²

d. EM para la producción de animales

Una amplia variedad de alimentos incluye maíz ensilado, forraje y alimentos comerciales se pueden fermentar con EM. También se puede agregar EM activado al agua potable, diluido en una proporción de 1:500; usar EM también ayuda a reducir, en carne y en la leche, los efectos secundarios dañinos de los vacunos y otros medicamentos.¹²

e. EM para tratamiento de agua contaminada.

Normalmente el agua contaminada incluye niveles altos de BOO, COD, pH, E. Coli y otros contaminantes. Antes de usar EM, se recomienda evaluar las

propiedades de agua. El propósito de reciclar también debe determinarse; simplemente para eliminar olores desagradables, para uso en agricultura.¹²

f. EM para reciclar desechos sólidos

Los desechos sólidos y la basura de cocina se pueden reciclar para hacer fertilizantes con EM, el olor de los desechos se puede eliminar rápidamente. Generalmente EM convierte a los desechos en productos inofensivos y útiles. Normalmente la descomposición de los desechos tarda varios meses, con EM tarda únicamente de 4 a 6 semanas.¹²

g. EM en la vida diaria

EM puede usarse en nuestra vida diaria de diferentes maneras. Se puede vaciar en los servicios sanitarios para eliminar olores desagradables y en los baños para protegerlos de hongos, en las cocinas para eliminar el olor de la comida, en los jardines para cultivar flores, frutas y vegetales. Se recomienda EM diluido en una preparación de 1_500 ó EM diluido en una proporción de 1:5000 para las EM.

2.3.1.5 Ecología del proceso rumial

Los rumiantes han desarrollado un aparato digestivo que les permite ser eficientes en el aprovechamiento de los forrajes. Sin embargo, éstos, por su alta proporción de sustancias estructurales (celulosa, emicelulosa y lignina) y a menudo su escaso contenido en proteínas, pueden ser considerados como alimento de escaso valor nutritivo. Por ello, la organización anatómica del tracto gastrointestinal de los rumiantes es el resultado de un largo proceso de adaptación a una alimentación rica en celulosa.¹⁵

La celulosa es el componente principal de la pared secundaria de la célula vegetal y es un polímero de glucosa de elevado peso molecular, con subunidades de celobiosa compuesta de moléculas de glucosa unidas entre sí mediante enlaces β -D-1,4 glucosídicos.¹⁵

Sin embargo, los rumiantes carecen de enzimas celulolíticas propias, que les permite tener acceso a la glucosa para la síntesis de piruvato y de esta forma ácidos grasos de cadena corta (AGVs).¹⁵

Por ello los preestómagos deben mantener un ambiente que permita el crecimiento y la multiplicación de los microorganismos que son responsables de la fermentación con las que se obtienen productos finales que el rumiante puede utilizar.¹⁵

La relación entre el rumiante y los microorganismos constituye una simbiosis. Entre los beneficios que el rumiante otorga a los microorganismos es el ambiente rumial propicio para su multiplicación y actividad metabólica.¹⁵

Los microorganismos aportan al rumiante los productos de la fermentación que puede utilizar, tales como los AGVs, la síntesis de proteínas bacterianas, aminoácidos esenciales y no esenciales y vitaminas hidrosolubles, algunas bacterias del rumen son capaces de inactivar determinadas sustancias tóxicas, tales como los nitritos, fitoestrogenos, toxinas vegetales y de hongos.¹⁵

El ambiente rumial se caracteriza por la presencia de microorganismos anaerobios estrictos facultativos.¹⁵

Los más importantes microorganismos rumiales son bacterias, protozoos y hongos, estos microorganismos tienen una distribución dentro del ambiente rumial, algunos están en el contenido líquido del rumen, otros adheridos a las partículas de alimento que llegan al rumen. La cantidad y especies de microorganismos no es estática en su ubicación, varían en el tiempo y a la alimentación.¹⁵

Las bacterias, hongos y protozoos colonizan prácticamente todas las partículas de alimento que llegan al rumen, excepto las superficies intactas de las plantas, que, por estar cubiertas de cutina, resisten la fermentación microbiana. Por ello el forraje picado es más accesible para las enzimas microbianas.¹⁵

Bacterias. Los animales adquieren las bacterias rumiales por contacto directo con otros bovinos o de manera indirecta por forrajes o agua. Son de tamaño de 1 a 10 μm y se ubican generalmente en la superficie de partículas de alimento o de la mucosa rumial. Las bacterias celulolíticas se desarrollan mejor en un medio de pH 6,0 a 6,9 y las amilolíticas en un pH más ácido de 5,5 a 6,0.¹⁵

Las bacterias que utilizan oxígeno estabilizan la condición de anaerobiosis rumial y con ello el potencial redox negativo.¹⁵

Protozoos. Los protozoos tienen un tamaño que varían de 20 a 200 μm ; anaerobios estrictos y representan aproximadamente el 50 % de la biomasa, pero constituye solo con el 20 % de la proteína microbiana que pasa al duodeno. Son extremadamente sensible a los cambios de la dieta, aumentando con las que contiene azúcares y almidón de alta digestibilidad.¹⁵

Los protozoos poseen enzimas capaces de descomponer hidratos de carbono, proteínas y grasas. Los géneros *Isotricha* y *Dasytricha* absorben preferentemente hidratos de carbonos solubles para fermentarlos o almacenarlos como amilopectinas. Las especies del género *Diplodinium* prefieren partículas de la pared celular.¹⁵

Hongos. Representan poco más del 8% de la biomasa microbiana rumial y son estrictamente anaerobios. Tienen un complejo Sistema enzimático que les permite utilizar todos los polisacáridos estructurales estas enzimas son principalmente extracelulares y tienen una actividad máxima sobre amplios rangos de pH.¹⁵

Hasta ahora se ha detectado especies de los géneros *Neocallimastix*, *Piromonas* y *Sphaeromas*. El estado vegetativo de los hongos es un esporangio con una extensa red de rizoides que invade las partículas vegetales.¹⁵

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

3.1.1 Ubicación política

La presente investigación fue llevada a cabo en el distrito de Santa Rosa, provincia La Mar - región Ayacucho, teniendo como centro de investigación, la Asociación “Los Licenciados”, ubicado a 1 km de la plaza principal hacia el sureste. (figura 1)

3.1.2 Ubicación geográfica

- Altitud :747 msnm
- Coordenadas UTM 8596456 del Norte magnético y 18 L 0636490 por el Este, en el distrito de Santa Rosa, provincia La Mar, región Ayacucho.
- Latitud Sur :12°40´45”
- Longitud Oeste :73°43´40”
- Temperatura promedio : 20 – 28 °C
- Zona de vida : Bosque húmedo - Sub Tropical



Figura N°01 Centro de investigación del vivero de *Theobroma cacao* L "cacao" en la asociación "Los Licenciados" del distrito de Santa Rosa, provincia La Mar, región Ayacucho.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

1500 plántones de cacao instalados en el vivero de la Asociación Los Licenciados del distrito Santa Rosa provincia La Mar, región Ayacucho.

3.2.2 Muestra

El tamaño de la muestra fue de 375 plántones de cacao (25 plantas por 3 repeticiones por 5 tratamientos)

3.2.3 Unidad de análisis

75 plántones de cacao por cada tratamiento

3.3 Metodología y recolección de datos

3.3.1 Preparación de Microorganismos eficientes (EM)

a) Preparación de EM autóctonos

Los EM autóctonos fueron preparados a partir de los insumos de la zona, para ello se utilizó un cilindro de 200 litros en estado limpio, seco y sin tapa, 25 kilos de panza de ganado vacuno para garantizar que la actividad microbiana este en mejores condiciones. La panza de ganado se disolvió en un balde de 20 litros, limpiando los restos vegetales que se encuentran en dicho órgano, se agregó en el cilindro con una cuarta parte de agua no clorada y a la misma vez en un balde pequeño se disolvió 500 gr. de levadura en 3 litros de agua tibia. Luego se agregó los 6 litros de jugo de caña de azúcar y 20 litros de chicha de jora fermentada al cilindro.

Se mezcló los 5 litros de leche con la levadura ya disuelta y se homogenizó la mezcla en un balde de 20 litros para luego añadir al cilindro donde que estaba la panza y el jugo de caña juntas; durante el proceso de la mezcla se tiene que mover con un palo para que se pueda homogenizar la mezcla y se tapó con un mantel amarrado con jebe para evitar que las moscas puedan depositar sus huevos y puedan contaminar. ¹⁶

b) Activación de producto comercial - EM. 1®

Los EM comerciales (EM. 1® de BIOEM S.A.C – Perú con el respaldo de EMRO – Japón) están en estado de latencia, por lo que se activó antes de usarlos, la activación consistió en mezclar a 1 litro de melaza en 18 litros de agua para luego agregar 1 litro de EM comercial y esta mezcla se llenó en un envase de plástico, limpio, con tapa herméticamente cerrado (sin aire) dejando fermentar por cinco días y bajo sombra.

c) Producción de plántones de cacao

Los plántones de cacao fueron producidos en la Asociación “Los Licenciados”; para lo cual se procedió con la ubicación del terreno, limpieza, nivelación y plantado de postes para el armado del tinglado utilizando la malla raschel al 75 % en un área de 72 m²; luego se extrajo tierra agrícola y su respectivo zarandeo.

El sustrato se formuló con 11 carretillas de tierra agrícola zarandeada más 1 carretilla de arena fina y por cada m³ de sustrato se agregó 3 kg de guano de isla y 2 kg de roca fosfórica haciendo un total de 4 m³ de sustrato, desinfectado con formol a 40 % (120 ml/mochila de 20l). Se embolsaron y se acomodaron 1500 bolsas en su respectiva cama (100 bolsas en cada cama), ubicados según el diseño experimental (anexo 8). Posteriormente se obtuvo 6 kg de semilla de mazorcas seleccionadas del clon criolla, se eliminó el mucilago por frotación con aserrín, desinfectando con vitavax y su respectivo pre germinado. Al tercer día del pre germinado se procedió a la siembra en las bolsas previamente regadas a una profundidad de 2.5 cm y se le cubrió con el sustrato. El riego en los dos primeros meses de la siembra se hicieron cada 3 días y los dos últimos meses de acuerdo al factor climático y la necesidad de las plántulas. Los plántones se seleccionaron de acuerdo al tamaño en su respectiva cama. El deshiero se realizó 2 veces por mes para evitar competencia de nutrientes. La aplicación de cada tratamiento se hizo cada 15 días previa evaluación.

3.3.2 Dosificación de los EM autóctono y comercial por tratamiento.

Para la dosificación de los tratamientos se ha utilizado una mochila de fumigar manual de 20 l de capacidad, libre de sustancias contaminantes. En el tratamiento 1 (T1), la dosis que se utilizó es 10 litros de EM autóctono para aplicar en las tres repeticiones (r1, r2 y r3); para el tratamiento 2 (T2), la dosis que se utilizó fue 5 litros de EM autóctono en 5 litros de agua limpia para aplicar en las tres repeticiones (r1, r2 y r3); para el tratamiento 3 (T3), la dosis que se utilizó fue 2.5 litros de EM autóctono en 7.5 litros de agua limpia para aplicar en las tres repeticiones (r1, r2 y r3); para el tratamiento 4 (T4), la dosis que se utilizó fue 0.5 litros de EM preparado comercial en 9.5 litros de agua limpia para aplicar en las tres repeticiones (r1, r2 y r3) y en el tratamiento 5 (T5) es el testigo, no se aplicó ninguna dosis de EM. La aplicación de cada tratamiento se hizo cada 15 días haciendo un total de 08 aplicaciones durante la investigación.

Tabla 1. Dosificación de los EM autóctono y comercial representados para cada tratamiento.

Tratamientos	Concentración (EM:agua)
T1	EM autóctono puro
T2	EM 0.5:0.5
T3	EM 0.25:0.75
T4	EM comercial
T5	Testigo

* EM: Microorganismos Eficientes

3.4 Evaluación de los plantones de cacao

Para este propósito los parámetros evaluados fueron la altura de la planta, para lo cual se midió el tamaño de cada planta en centímetros con la ayuda de una regla de 60 cm., el número de hojas se contabilizó y se registró en unidades, el grosor del tallo se midió a la altura de la base de tallo con la ayuda de un calibrador vernier y se registró en centímetros.

Estas evaluaciones se llevó a cabo cada 15 días haciendo un total de 8 evaluaciones durante el desarrollo de la investigación

3.5 Diseño de investigación

El diseño experimental fue adecuado al diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + u_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, I \quad j = 1, 2, 3, \dots, J$$

Donde:

Y_{ij} = la variable aleatoria que representa la observación (i)-ésima del bloque (j)-ésimo.

μ = es un efecto constante. Media global

τ_i = Efecto producido por el nivel i-ésima del factor principal $\sum_i \tau_i = 0$

β_j = El efecto producido por el nivel j-ésimo del factor secundario o factor del bloque. Se pone que $\sum_j \beta_j = 0$.

u_{ij} = variables aleatorias independientes con distribución $N(0, \sigma)$

i, j : son subíndices de variación, varían de 1, 2, 3, ..., t

t: número de tratamientos.

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t$

Ha: al menos un efecto de un tratamiento es diferente de los demás.

3.6 Análisis de datos

Con los datos obtenidos en las pruebas de la aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) en la producción de plántones de cacao en condiciones de vivero se calculó el ANVA con el programa SPSS para comparar la respuesta de las dosis de EM.

IV. RESULTADOS

Luego de haber evaluado los parámetros de los plántones de cacao en condiciones de vivero; se obtuvo datos en las pruebas de aplicación de EM para evaluar los resultados, la cual se detallará de acuerdo a los objetivos establecidos en la investigación a través de tablas y figuras estadísticas en las siguientes páginas.

4.1 Altura de la planta (cm)

Tabla 2. Altura promedio (cm) de los plantones de cacao por efecto de EM a diferentes dosis de EM autóctono, EM comercial.

Evaluación (días)	Altura promedio de los plantones (cm)				
	EM autóctonos			EM comercial	Testigo
	EM autóctonos	EM 0.5:0.5	EM 0.25:0.75		
15	9.76	9.47	10.19	8.91	11.14
30	15.43	15.43	15.26	15.09	16.25
45	19.02	17.69	18.09	19.00	17.58
60	24.76	22.77	24.36	23.77	22.35
75	29.73	30.68	29.35	32.15	30.43
90	38.84	38.68	38.01	40.52	37.79
105	47.59	44.45	44.67	46.02	41.86
120	58.76	54.53	54.60	58.79	54.86

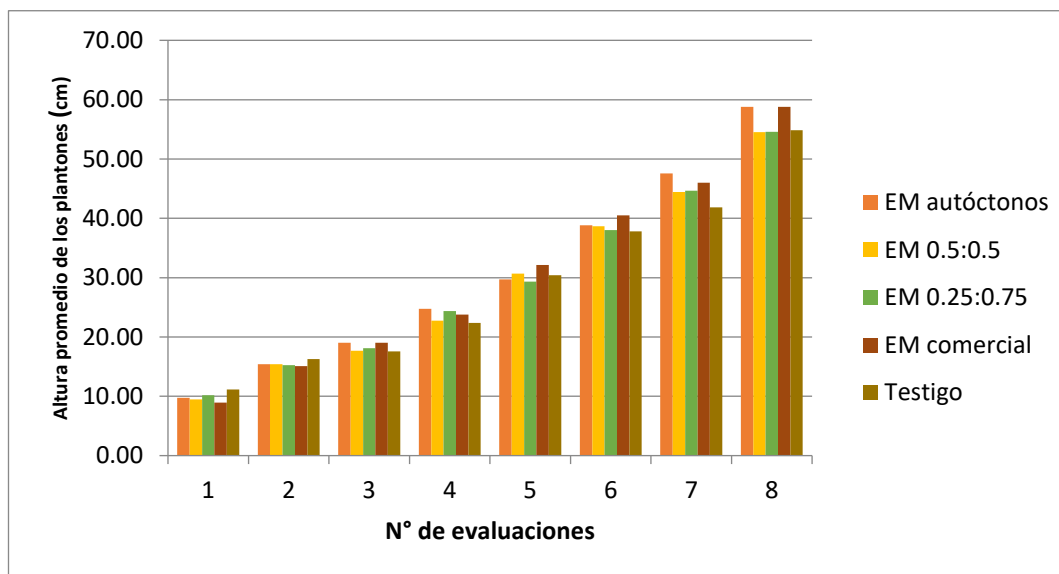


Figura 3. Altura promedio (cm) de los plantones de cacao por efecto de EM a diferentes tratamientos.

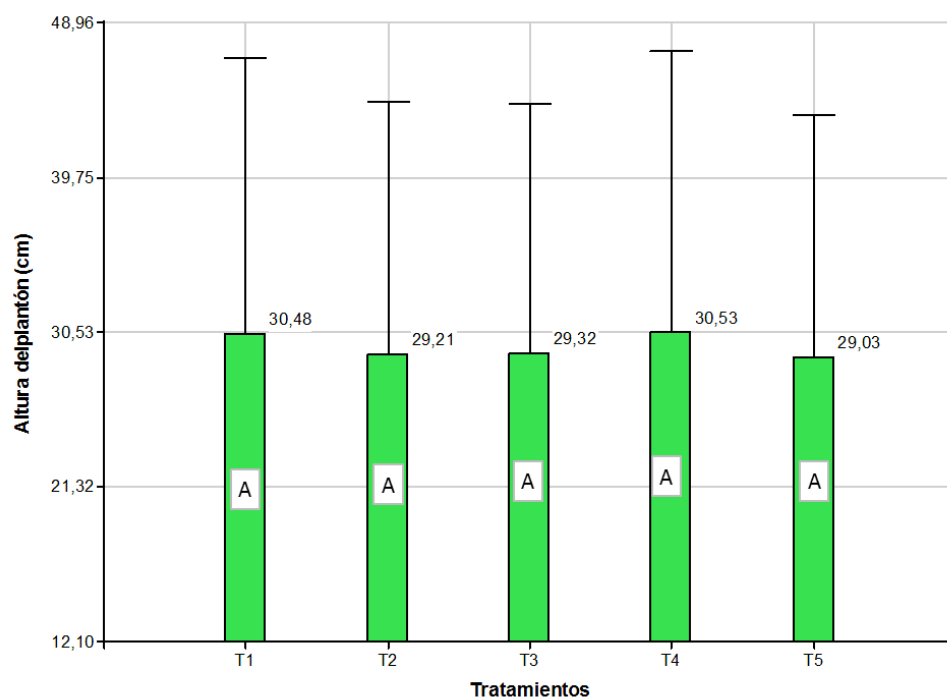


Figura 4. Altura promedio (cm) de las plantas de cacao luego de la aplicación de EM.

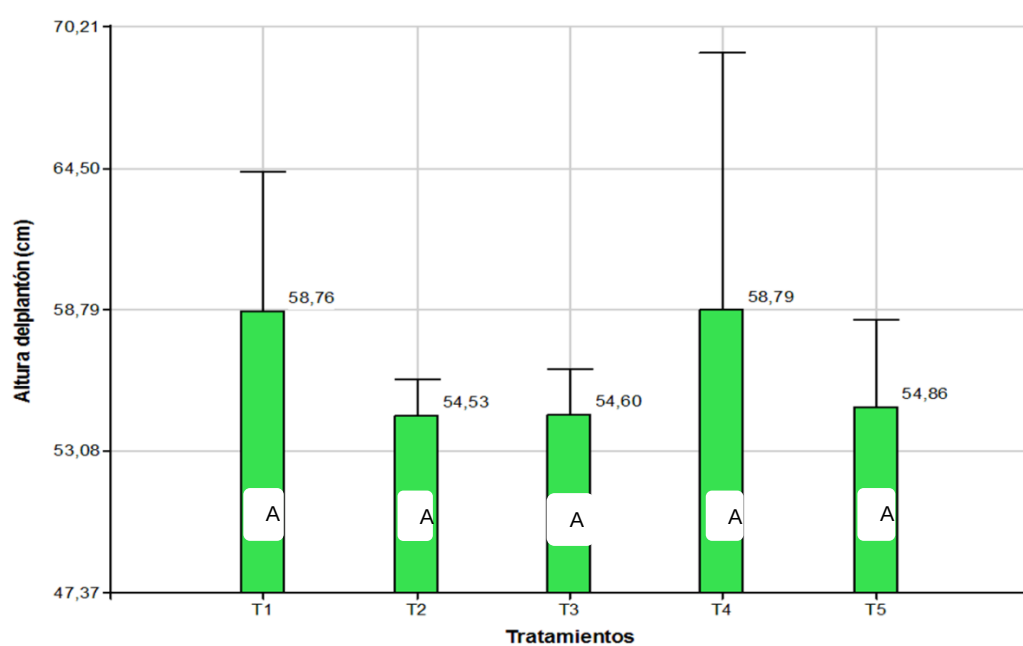


Figura 5. Altura promedio (cm) de las plantas en la octava evaluación (cuatro meses) de plantones de cacao luego de la aplicación de EM en la producción de plantones

4.2 Número de hojas

Tabla 3. Número de hojas promedio de los plantones de cacao por efecto de EM a diferentes dosis de EM autóctono, EM comercial.

Evaluación (días)	Número de hoja promedio de los plantones (unidad)				
	EM autóctonos			EM comercial	Testigo
	EM autóctonos	EM 0.5:0.5	EM 0.25:0.75		
15	2.20	2.04	2.63	2.16	2.88
30	5.21	4.80	4.72	4.48	4.79
45	6.85	6.51	6.73	6.87	6.48
60	9.21	8.05	8.63	8.33	8.04
75	10.92	10.11	10.23	10.18	9.95
90	14.02	13.53	13.79	13.37	12.56
105	17.11	15.24	15.63	14.48	13.88
120	20.36	17.75	18.61	18.89	17.59

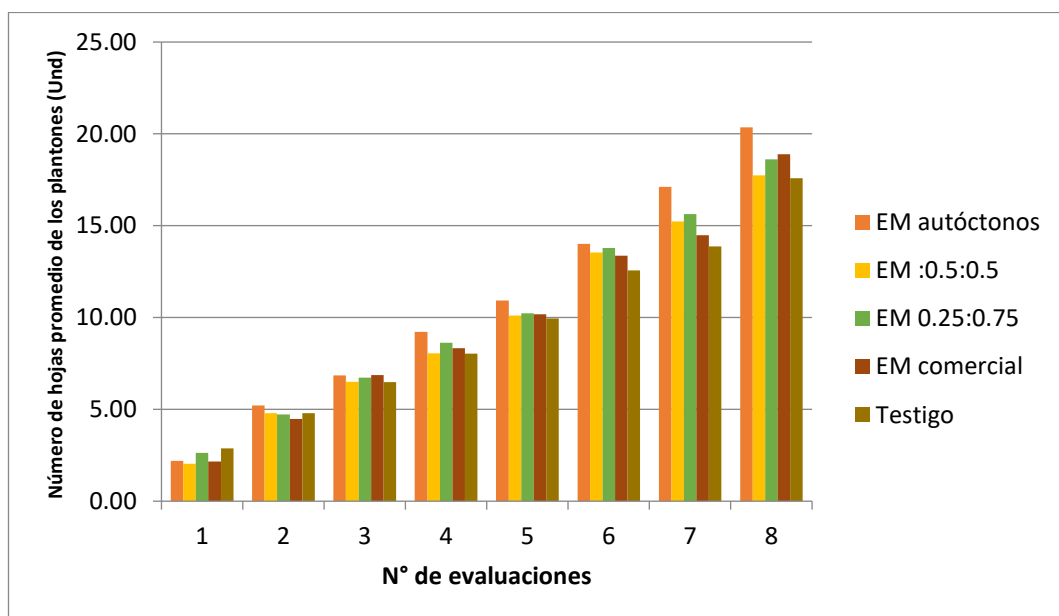


Figura 6. Número de hojas promedio de los plantones de cacao por efecto de EM a diferentes tratamientos.

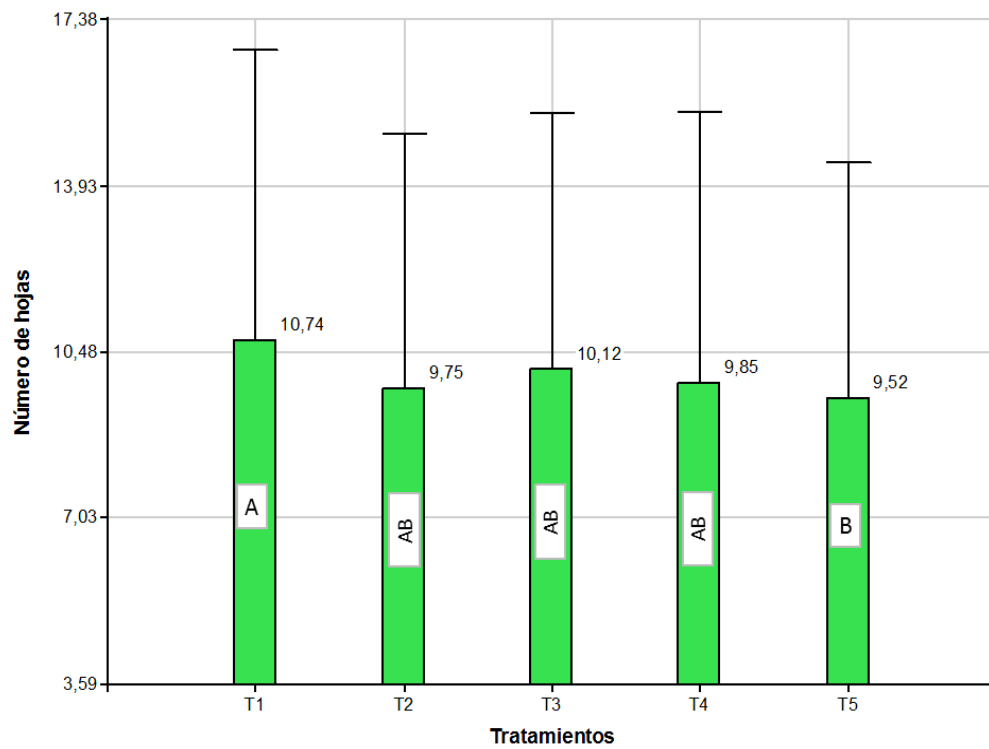


Figura 7. Número de hojas promedio de los plantones de cacao luego de la aplicación de EM.

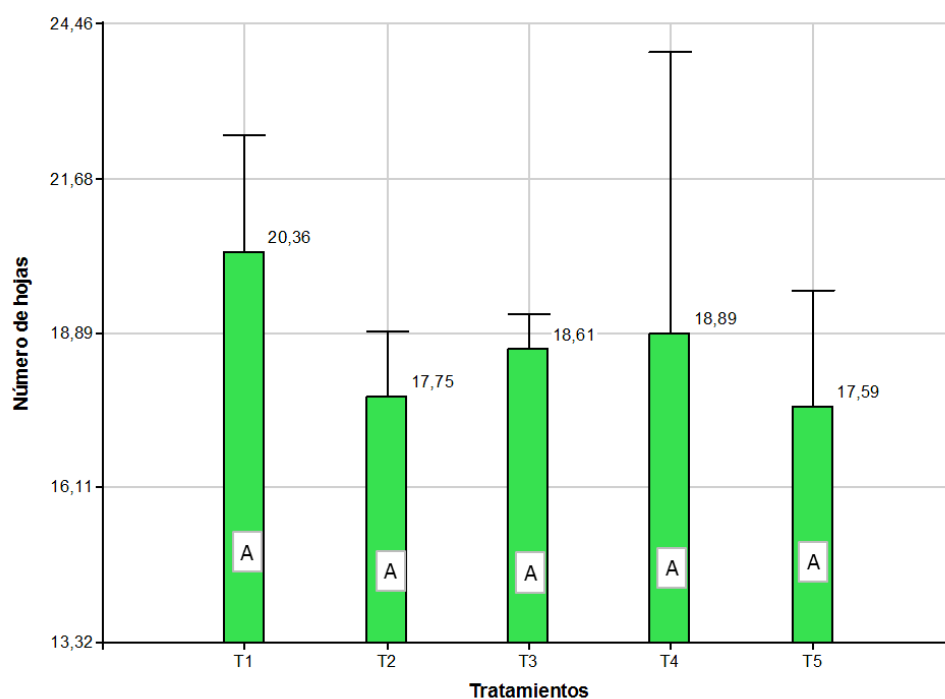


Figura 8. Número de hojas promedio en la octava evaluación (cuatro meses) de plantones cacao luego de la aplicación de EM en la producción de plantones.

4.3 Grosor del tallo (cm)

Tabla 4. Grosor del tallo promedio (cm.) de los plantones de cacao por efecto de EM a diferentes dosis de EM autóctono, EM comercial.

Evaluación (días)	Grosor de tallo promedio de los plantones (cm)				
	EM autóctonos			EM comercial	Testigo
	EM autóctonos	EM 0.5:0.5	EM 0.25:0.75		
15	0.38	0.38	0.38	0.35	0.39
30	0.39	0.44	0.39	0.39	0.39
45	0.49	0.50	0.49	0.53	0.49
60	0.54	0.53	0.57	0.51	0.50
75	0.64	0.63	0.74	0.65	0.66
90	0.65	0.65	0.72	0.70	0.65
105	0.71	0.72	0.74	0.71	0.69
120	0.82	0.77	0.82	0.79	0.74

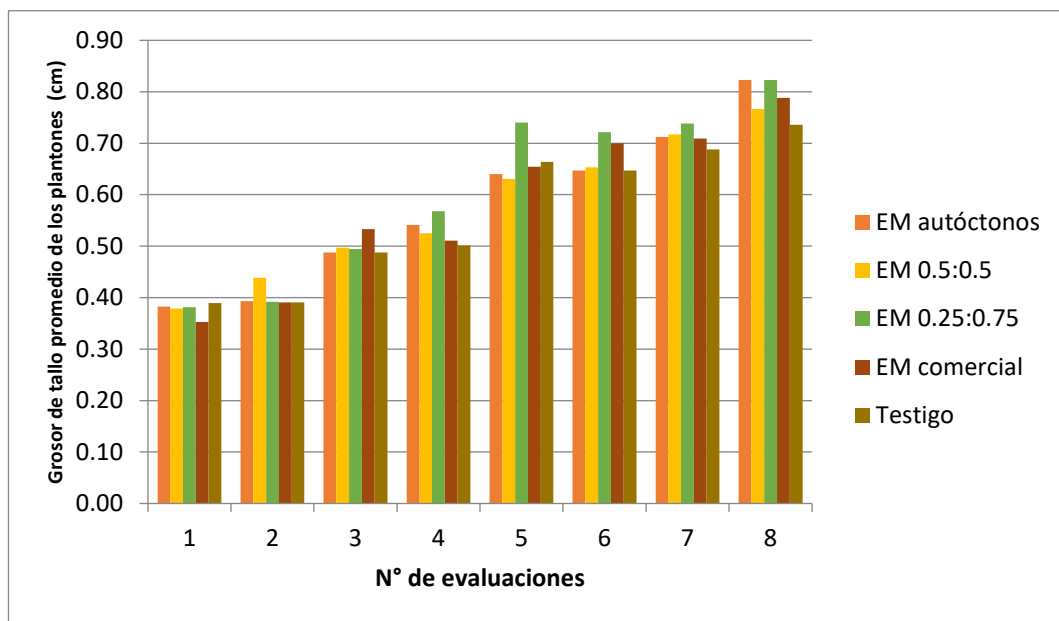


Figura 9. Grosor de tallo promedio (cm.) de los plántones de cacao por efecto de ME a diferentes tratamientos.

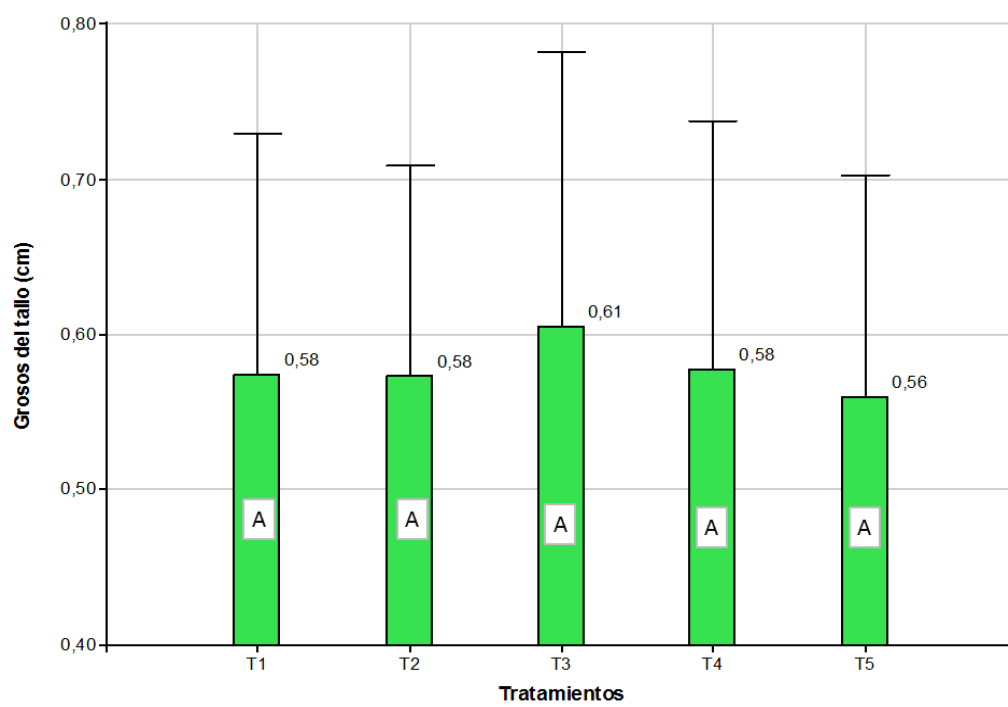


Figura 10. Grosor del tallo promedio (cm) de las plantas de cacao luego de la aplicación de EM.

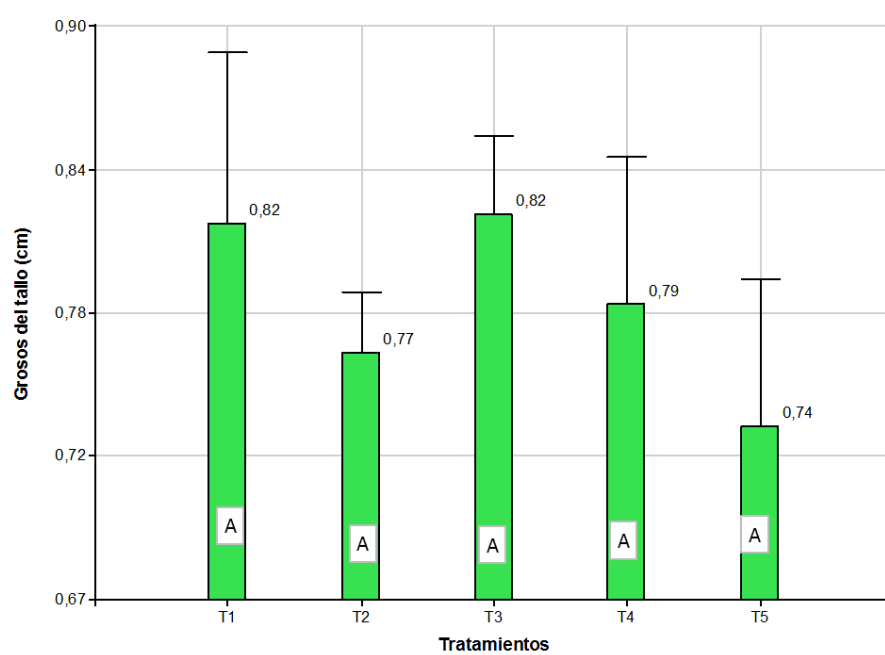


Figura 11. Grosor del tallo promedio (cm) en la octava evaluación (cuatro meses) de plántones de cacao luego de la aplicación de EM en la producción de plántones

V. DISCUSIÓN

Los EM son una mezcla de microorganismos benéficos que aumentan la diversidad microbiana del suelo y de las plantas y que mejoran la calidad del suelo, el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos ¹⁷ tomado de Hilman et al, 1996, en tal sentido se pretendió encontrar diferencias significativas en su inoculación en vivero en plantas de cacao. La evaluación estadística de la altura de planta, número de hojas y diámetro del tallo evaluados a los 30, 60, 90 y 120 días, a pesar que matemáticamente se observaron diferencias en todas las variables y tratamientos, estadísticamente las variables de altura de la planta y grosor en todos los tratamientos incluido el testigo son iguales, siendo en la variable número de hojas estadísticamente diferente en el tratamiento de EM autóctono con el testigo, de modo general estos resultados pueden deberse, a que los efectos de los EM autóctonos y el comercial son incorporados directamente al suelo en las bolsas e indirectamente a las plantas de cacao, favoreciendo la degradación de la materia orgánica y aportando los nutrientes necesarios para su crecimiento inicial, los EM como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible. ¹⁸

Los EM autóctonos al ser comparados con el comercial responden de igual manera en el crecimiento de la planta, está relacionado a la composición, Están compuestos por bacterias fotosintéticas o fototrópicas (*Rhodopseudomonas spp*), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*) y levaduras (*Saccharomyces spp*) ¹⁷, posiblemente existiendo diferencias a nivel de especies con los autóctonos por ser propios de las plantaciones cultivadas de cacao, son una combinación de

microorganismos beneficiosos de origen natural, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles unos con otros¹⁹. Por su parte (20) concluyeron al comparar los EM comerciales (EM•1®), con los capturados artesanalmente, observaron que los capturados presentaron mayores valores en cuanto a altura, diámetro y menor incidencia de plagas, esto se puede deber a que los microorganismos capturados tuvieron una mayor interacción al encontrarse con condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo en comparación al comercial, es poco probable la coexistencia de los tres diferentes grupos de organismos a nivel de especies de las bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas y levaduras que son los constitutivos de los EM, es bastante improbable, debido a las diferencias importantes entre las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento de los diferentes organismos.²¹

La altura promedio de los plantones de *Theobroma cacao* L “cacao” por efecto de EM autóctono y comercial a diferentes dosis como se muestra en los tratamientos; T1 (EM autóctono puro), T2 (EM 0.5: 0.5 agua), T3 (EM 0.25: 0.75 agua), T4 (EM comercial) y el T5 (Testigo), la altura se registró en ocho evaluaciones, a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días, cuyos resultados muestran una diferencia matemática (figura 3) donde se aprecia en la octava lectura (120 días) que los EM autóctono puro (sin dilución) es similar que el comercial, siendo relativamente mayores que los tratamientos con EM autóctono diluidos y el testigo. Se puede apreciar en el misma figura en todas la evaluaciones realizadas la diferencia de altura entre los tratamientos no es muy notoria, realizado el ANVA para la altura promedio (anexo 1) la altura de los plantones no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, tampoco con respecto al testigo, no existiendo diferencias estadísticamente significativas ($F(1.48) = 0.213$, $p > 0.05$), por lo tanto, el desarrollo de la altura no se vio influenciado significativamente por el efecto de la inoculación de los EM, siendo indiferente el uso de los EM, ya sean estos comercial o autóctono, posiblemente debido que cada tratamiento contenía la misma proporción de sustrato con las mismas características, suelos negros sueltos con materia orgánica, este sustrato ha podido cubrir los requerimientos nutricionales de los plantones que en la etapa de inicio sus requerimientos son mínimos por depender del contenido de nutrientes de la semilla hasta la emergencia de las hojas verdaderas, el uso de sustrato con materia orgánica en la germinación y durante la etapa de crecimiento garantiza la disponibilidad de macro y micronutrientes solubles están más disponibles a causa de la rápida

descomposición de las macromoléculas que los liberan ²², además señala que incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas e incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar. Del enunciado se puede indicar que a los 120 días de crecimiento de la planta no hay diferencias estadísticas con el uso o sin el uso de EM, posiblemente la respuesta se vea influenciada en la productividad de las plantas, por otra parte, los resultados muestran concordantemente con la presencia de un mayor número de hojas, siendo mayor el desarrollo foliar con los EM autóctonos sin dilución y menor en el testigo, el comercial muestra estadísticamente valores semejantes a los EM autóctonos diluidos (figura7).

En la tabla 2 y figura 5 se muestran los registros de los valores sobre la altura de la planta en 120 días de tratamiento, cuyo promedio general fue de 58.78, 54.53, 54.60, 54.60, 58.79 y 54.86 cm (figura 5) con los tratamientos de EM autóctono puro, ME 0.50:0.50, ME 0.25:0.75, EM comercial y Testigo respectivamente. El análisis de varianza (anexo 2), para todos los tratamientos no estableció diferencias estadísticas significativas ($F(0.49) = 0.7449$, $p > 0.05$).

En la tabla 3. se reporta el promedio de número de hojas según los días de evaluación con respecto a los tratamientos, matemáticamente se observa diferencia, siendo el T1 (EM autóctonos puro) el que presenta el mayor número de hojas en todas las evaluaciones, el tratamiento T2 (0.5:0.5) y el testigo es menor número de hojas en la octava evaluación, como se puede observar en el gráfico 5, los EM comercial, presentaron el número de hojas en cantidades similares siempre por debajo de los EM autóctono puro pero por encima del testigo. Al realizarse el ANVA correspondiente para el número de hojas por tratamiento y todos los periodos de evaluación (anexo 5) mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, existiendo diferencias estadísticamente significativas ($F(2.77) = 0.0307$, $p < 0.05$), por lo tanto, la presencia del mayor número de hojas se vio influenciado significativamente por el efecto de la inoculación de los EM, siendo indiferente el uso de los EM, ya sean estos comercial o autóctono, para un mayor número de hojas con respecto al testigo que reportó el menor número estadísticamente diferente a los tratamientos, para saber cuáles eran los tratamientos que representaban dichas diferencias se hizo la prueba de comparación de Tukey y se encontró que es el tratamiento T1 (EM

autóctono) el que tiene mayor número de hojas con respecto a los demás (figura 7 y anexo 4).

El número de hojas al ser analizadas en la octava semana de evaluación (120 días) mostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (anexo 5 y gráfico 8), lo que podría sugerir que a medida que el plantón va creciendo va adquiriendo un desarrollo homogéneo en toda la planta.

El número de hojas está relacionado directamente con la producción primaria bruta (PPB), con la capacidad de la planta a incrementar la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar, aspecto a tener en cuenta cuando los plantones van a ser injertados, cuya respuesta se hace necesario evaluar. El aumento en el número de ramas, hojas y grosor del tallo, está determinado por la relación Ca/Mg.²³

Las bacterias fotosintéticas, microorganismos integrantes de los EM generan una serie de sustancias benéficas compuestas por aminoácidos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas, Las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas, así como las de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas producidas por las levaduras incrementan la actividad celular y el número de raíces. Sus secreciones son substratos útiles para ciertos EM, tales como las bacterias ácido lácticas y los Actinomicetos²⁴.

En las evaluaciones finales se observó en el tratamiento 5 (testigo) algunas plantas y algunas hojas con presencia de larvas masticadores que ocasionaban un daño leve a las hojas tiernas, en los demás tratamiento T1, T2, T3 y T 4 no se observó la presencia de ningún daño en las hojas, pudiendo estar influenciadas por la presencia de los EM, estos microorganismos no controlan directamente plagas y enfermedades, pero a largo plazo desarrollan en la planta una resistencia sistémica gracias a las bacterias ácido lácticas y levaduras que sintetizan diferentes compuestos antimicrobiales que inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos y plagas, que permite ser más tolerante frente a ataques de insectos o presión de patógenos.²⁰

En Tabla 4 se muestran los resultados del promedio del grosor (diámetro) del tallo, donde se puede apreciar que matemáticamente los promedios reflejan diferencias entre los tratamientos siendo más evidente en la octava evaluación a los 120 días, donde los EM autóctono y diluido muestran mayor diámetro de tallo con respecto a los EM comerciales y al testigo. el tratamiento con EM autóctonos: en el tratamiento 1 (EM puro) datos de grosor del tallo de la planta de cacao que varía entre 0.38 cm a 0.82 cm en 8 evaluaciones (cada 15 días). En el tratamiento 2 (EM 0.5 :0.5) se reporta datos que varían entre 0.38 cm y 0.77 cm promedio del grosor del tallo de la planta de cacao. En el tratamiento 3 (EM 0.25: 0.75), muestran el grosor del tallo de la planta de cacao que varían de 0.38 cm a 0.82 cm, respectivamente. En el tratamiento 4 (EM comercial) muestran al resultado del grosor de tallo de la planta que varía entre 0.35 cm a 0.79 cm. En el tratamiento 5 (testigo) presentan el promedio del grosor del tallo de la planta de 0.39 cm a 0.74 cm en 8 evaluaciones (figura 9).

Los resultados del ANOVA para el diámetro del tallo promedio de plantones de cacao luego de ser sometidos a la aplicación de EM bajo diferentes tratamientos muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas ($F(2.04) = 0.0936$, $p > 0.05$) (anexo 6), sobre la base de estos resultados no fue necesario realizar las pruebas de significación de TUKEY al 5% para los tratamientos porque entre los valores 0.61 a 0.56 cm estadísticamente no existe diferencia, el coeficiente de variación fue de 9.58% (figura 10).

A la octava semana de evaluación (120 días) se observa matemáticamente diferencias en los tratamientos que van desde 0.82 (T1 EM autóctono y T3 EM 0.25:075) a 0.74 cm en el T5 testigo (figura 11), al ser sometidos a la prueba de ANOVA para el diámetro del tallo en la octava semana luego de ser sometidos a la aplicación de EM bajo diferentes tratamientos muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas ($F(1.45) = 0.2875$, $p > 0.05$) (anexo 7), sobre la base de estos resultados no fue necesario realizar las pruebas de significación de TUKEY al 5% para los tratamientos porque entre los valores 0.82 a 0.74cm estadísticamente no existe diferencia, el coeficiente de variación fue de 6.69% (gráfico 10), resultados similares obtuvo ²²en el diámetro del pseudotallo de la cebolla *Allium fistulosum* a la aplicación de EM, no encontrando variación en el diámetro del pseudotallo a diferentes dosis de EM.

Si bien es cierto que estadísticamente no existen diferencias significativas, en las evaluaciones se observó que el tratamiento T1 (EM autóctono) y el T3 (0.25:0.75) mostraron mayor diámetro y vigorosidad homogénea siendo los más recomendables para el injerto en el vivero, a diferencia de los demás tratamientos, principalmente el del testigo que mostró diámetros más delgados y heterogéneos.

VI. CONCLUSIONES

1. El uso de EM autóctonos en diferentes dosis en la producción de plántones de cacao en condiciones de vivero, estadísticamente no produce diferencia en las variables de la altura y grosor de los plántones y siendo la variable número de hojas estadísticamente diferente en el tratamiento EM autóctonos (T1), el que demostró ser el mejor ya que presentó el mayor número de hojas.
2. La altura de los plántones de cacao en condición de vivero al inocular a diferentes dosis los EM autóctonos o comercial muestran respuestas iguales al testigo, siendo el uso de los EM indiferente en la producción de plántones de cacao
3. La variable número de hojas de los plántones de cacao en condición de vivero se pudo determinar que el tratamiento T1 (EM autóctonos) logró el mayor número de hojas promedio 11 hojas lo que le ubicó en el primer lugar y el testigo se ubicó en el último con un número de hojas promedio de 10 hojas. En cambio, en la variable grosor del tallo no hubo ninguna diferencia significativa, siendo indistinto el uso de los EM autóctono y comercial. A pesar de que no hubo diferencia significativa estadísticamente, matemáticamente si existe diferencia el grosor homogénea y apropiada técnicamente ayuda durante el proceso del injerto y sobre todo el tiempo de producción hasta la etapa de injertado es corto (4 meses) a diferencia de las producciones convencionales.

VII. RECOMENDACIONES

1. El tratamiento de EM autóctonos (T1), la cual contenía un conjunto de microorganismo mostraron un comportamiento superior al testigo (T5) en la variable de número de hojas lo cual nos permite recomendar la inoculación de estos microorganismos para aumentar el número de hojas y mejorar el desarrollo vegetal de las plantas de cacao en etapa de vivero y por tanto su supervivencia en el trasplante a campo definitivo.
2. Para los futuros estudios probar con los EM autóctonos a diferentes dosis en la etapa de injertado de los plantones de cacao en etapa de vivero para complementar la investigación.
3. Realizar pruebas de campo *in situ*, con el preparado de EM autóctonos a fin de establecer y comprobar los resultados durante la producción de cacao en campo definitivo

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mendoza C. El cultivo de cacao opción rentable para la selva Lima: Desco; 2013.
2. Cortés S, Vesga N, Sigarroa A, Moreno L. Sustratos inoculados con Microorganismos para el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero. *Bioagro*. 2015; III(27).
3. Castaño J. Evaluación de la capacidad antagonista in vivo de aislamiento de *Trichoderma* spp frente al hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani*. Tesis de grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Microbiología agrícola y veterinaria.
4. Yáñez W, Villacís L, León O, Velásteguib G, López I, Cruz E. Efectos de un compost enriquecido con Microorganismos Eficientes sobre la germinación de semillas recalcitrantes de *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg y *Theobroma cacao* L. *Journal of the Selva andian Biosphere*. 2016.
5. Maguiña E. "Efecto de la aplicación de abonos procesados con Microorganismos Eficientes en la producción de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN- 51". Tesis Ingeniera Agrónoma. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, Ciencias Agrarias.
6. Vazques E. Efecto de la aplicación de Microorganismos Eficaces a diferentes concentraciones para el manejo de anublo bacteriano en el cultivo de palmito

- (*Bactris gasipaes* K). Tesis Ingeniero Agronomo. Guacino- Costa Rica: Universidad Earth, Ciencias Agrarias.
7. Ñaupari E. Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficientes en el cultivo de *Zea mays* L. (Maiz amarillo duro) en la Zona de SATIPO. Tesis para el título. Satipo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Ciencias Agrarias.
 8. Islas E, Andrade B. Propuesta para el manejo de cacao orgánico Internacional FC, editor. Lima: Lettera Grafica; 2009.
 9. Garcia L. Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú. Lima: Proyecto de Cooperación UE-Perú en materia de asistencia técnica relativa al comercio - Apoyo al programa estrategia nacional exportaciones (PENX 2003- 2013), M y O consulting S.A.C.
 10. Gamboa R. Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones. Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento de ciencias.
 11. Paredes M. Manual del cultivo de cacao Programa para el Desarrollo de la Amazonia Ministerio de Agricultura Lima; 2003.
 12. Programa Pase, Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú. Manual para la producción de compost con Microorganismos Eficaces Lima; 2007.
 13. Rivera J. Evaluación de Microorganismos Eficaces en proceso de compostaje de residuos de maleza. Tesis de grado. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
 14. Moya F. Evaluación de la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) y derivados de este, en el manejo de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano bajo un sistema agroforestal. Tesis de grado. Guasimo: Universidad Earth.
 15. Contreras P, M. V, Phil M. Rumen: Morfofisiología, Trastornos y Modulación de la Actividad Fermentativa. 3rd ed. Noro PACyM, editor. Chile: Imprenta América Ltda; 2010.

16. MyF Organicos. Microorganismos Eficientes aplicado a la producción organica sostenible. En: Tingo María; 2012 p. 1-6.
17. Campelo E, Arboleya J, Rodríguez J. Jornada de divulgación manejo integrado en almacigos de cebolla. En: Solarización de canteros para almacigos de cebolla Santa Rosa, Canelones: INIA La s Brujas; 2007 p. Serie Actividades de Difusión N° 497 INIA.
18. Arias A. Microorganismos Eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. Journal de Ciencia e Ingeniería, 2(2). 2010;; p. 42–45.
19. Gutiérrez L, Seguro S, Arenas J, Moreno J. Evaluation of the power of two fertilizer organic fertilizers prepared with efficient microorganisms in tomato plants and corn. Agriculture and Animal Sciences 1(2). 2012;; p. 8-14.
20. Campo A, Acosta R, Morales S, Alonso F. Evaluación de Microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 12 No. 1. 2014;; p. 79-87.
21. EMPROTEC. Guía de la tecnología de EM San Juan de Tibás, Costa Rica: InfoAgro; 2010.
22. Toalombo R. Evaluación de Microorganismos Eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*) Cevallos, Universidad Técnica de Ambato Facultad; Ecuador. 2012.
23. Díaz O, Montero D, Lagos J. Acción de Microorganismos Eficientes sobre la actividad de intercambio catiónico en plántulas de acacia (*Acacia melanoxylon*) para la recuperación de un suelo del municipio de Mondoñedo. Cundinamarca, 12. 2009;; p. 141-160.
24. Ramirez M. Tecnología de Microorganismos Eficientes (EM) Aplicada a la Agricultura y Medio Ambiente Sostenible. Bucaramanga. Colombia.

ANEXOS

Anexo 1.

Análisis de variancia altura promedio (cm) de los plantones de cacao por efecto de EM.

F.V.		SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.		26814.57	11	2437.69	281.61	<0,0001
Tratamientos		51.27	4	12.82	1.48	0.213
Semana	de	26763.29	7	3823.33	441.69	<0,0001
evaluación						
Error		934.86	108	8.66		
Total		27749.43	119			

Anexo 2.

Análisis de variancia de la altura de los plántones de cacao a los 120 días de evaluación por efecto de EM.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	61.09	4	15.27	0.49	0.7449
Tratamientos	61.09	4	15.27	0.49	0.7449
Error	313.06	10	31.31		
Total	374.15	14			

Anexo 3.

Análisis de variancia de numero de hojas promedio (unid.) de los plantones de cacao por efecto de EM.

F.V.		SC	CM	F	p-valor
Modelo.		3213.47	11	292.13	155.17 <0,0001
Tratamientos		20.89	4	5.22	2.77 0.0307
Periodos	de	3192.58	7	456.08	242.25 <0,0001
evaluación					
Error		203.33	108	1.88	
Total		3416.8	119		

Anexo 4.

Prueba de Tukey ($p = 0.05$) para el número de hojas promedio de los plantones de cacao por efecto de EM bajo diferentes tratamientos.

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T1 EM autóctono puro	10.74	24	0.28	A	
T3 EM 0.25:0.75	10.12	24	0.28	A	B
T4 EM comercial	9.85	24	0.28	A	B
T2 EM 0.5:0.5	9.75	24	0.28	A	B
T5 Testigo	9.52	24	0.28		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 5.

Análisis de variancia del número de hojas de los plantones de cacao a los 120 días de evaluación por efecto de EM.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14.79	4	3.7	0.51	0.7298
Tratamientos	14.79	4	3.7	0.51	0.7298
Error	72.44	10	7.24		
Total	87.24	14			

Anexo 6.

Análisis de variancia de diámetro del tallo promedio (cm.) de los plantones de cacao por efecto de EM.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.41	11	0.22	70.89	<0,0001
Tratamientos	0.03	4	0.01	2.04	0.0936
Semana de evaluación	2.39	7	0.34	110.23	<0,0001
Error	0.33	108	3.10E-03		
Total	2.75	119			

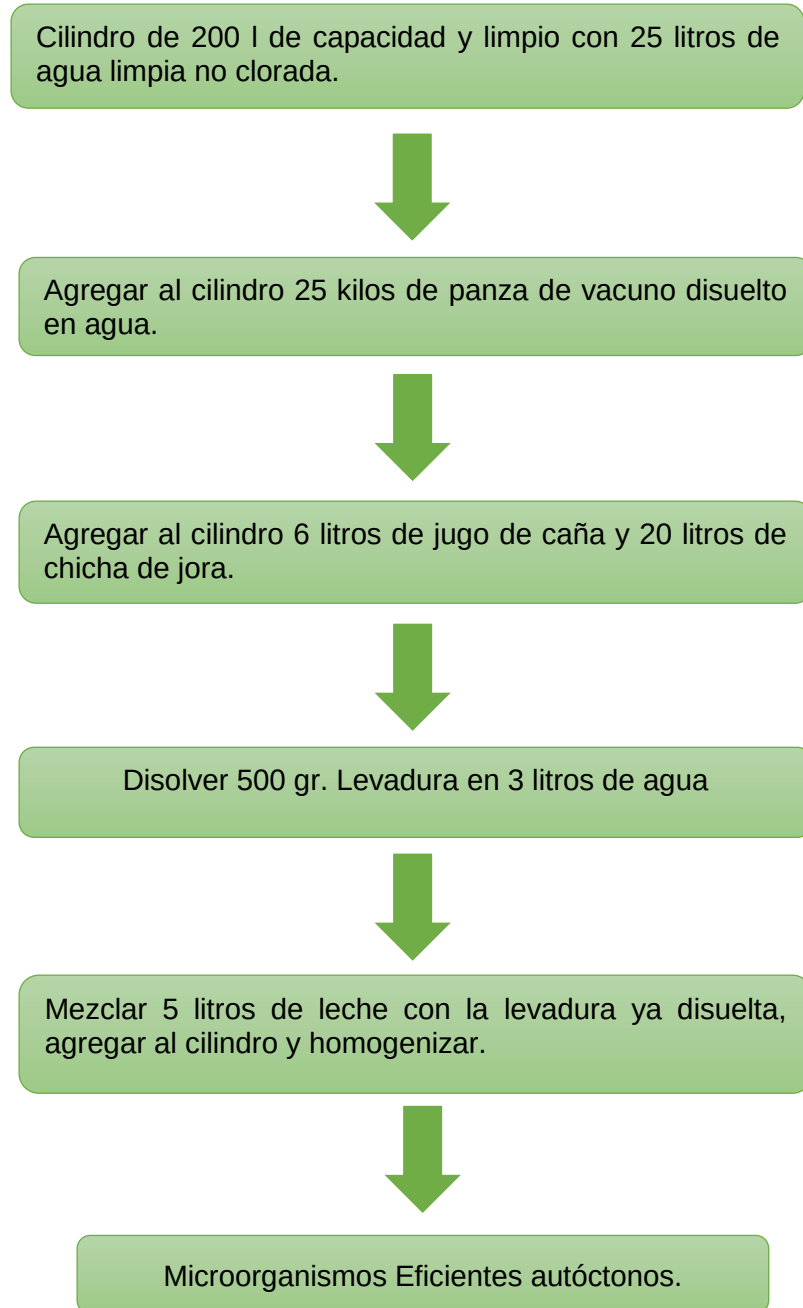
Anexo 7.

Análisis de variancia del grosor (diámetro) del tallo de los plántones de cacao a los 120 días de evaluación por efecto de EM.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.02	4	4.00E-03	1.45	0.2875
Tratamientos	0.02	4	4.00E-03	1.45	0.2875
Error	0.03	10	2.80E-03		
Total	0.04	14			

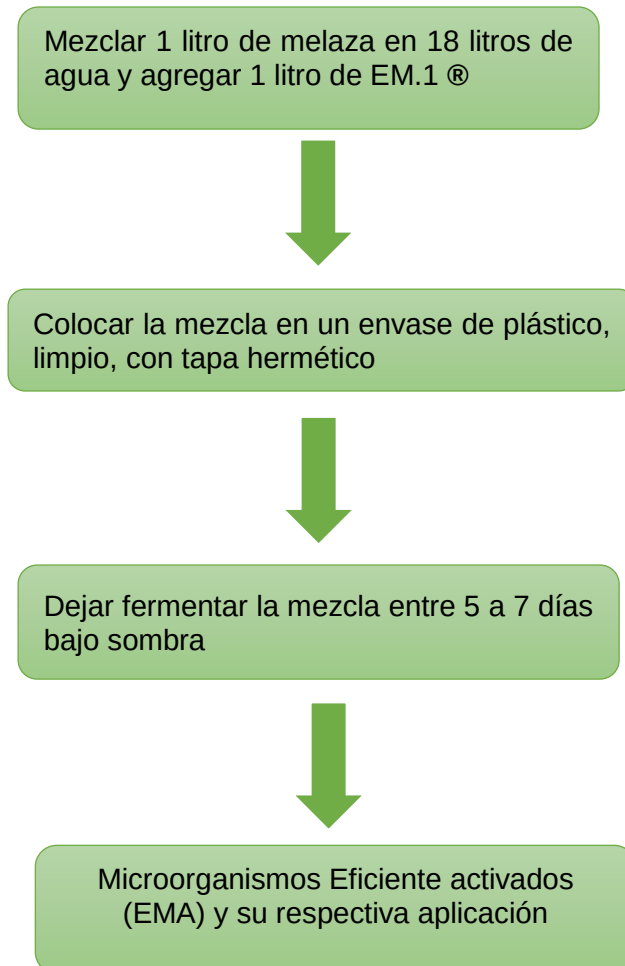
Anexo 8.

Flujograma de preparación de EM autóctonos



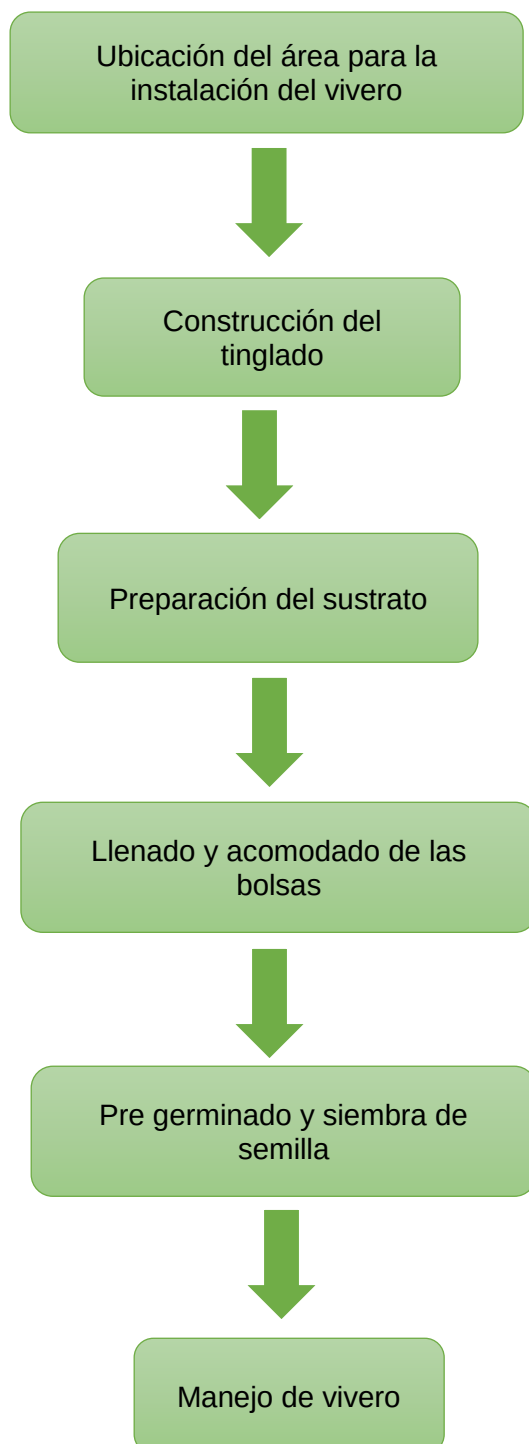
Anexo 9.

Flujograma de activación de EM comerciales EM.1 ®



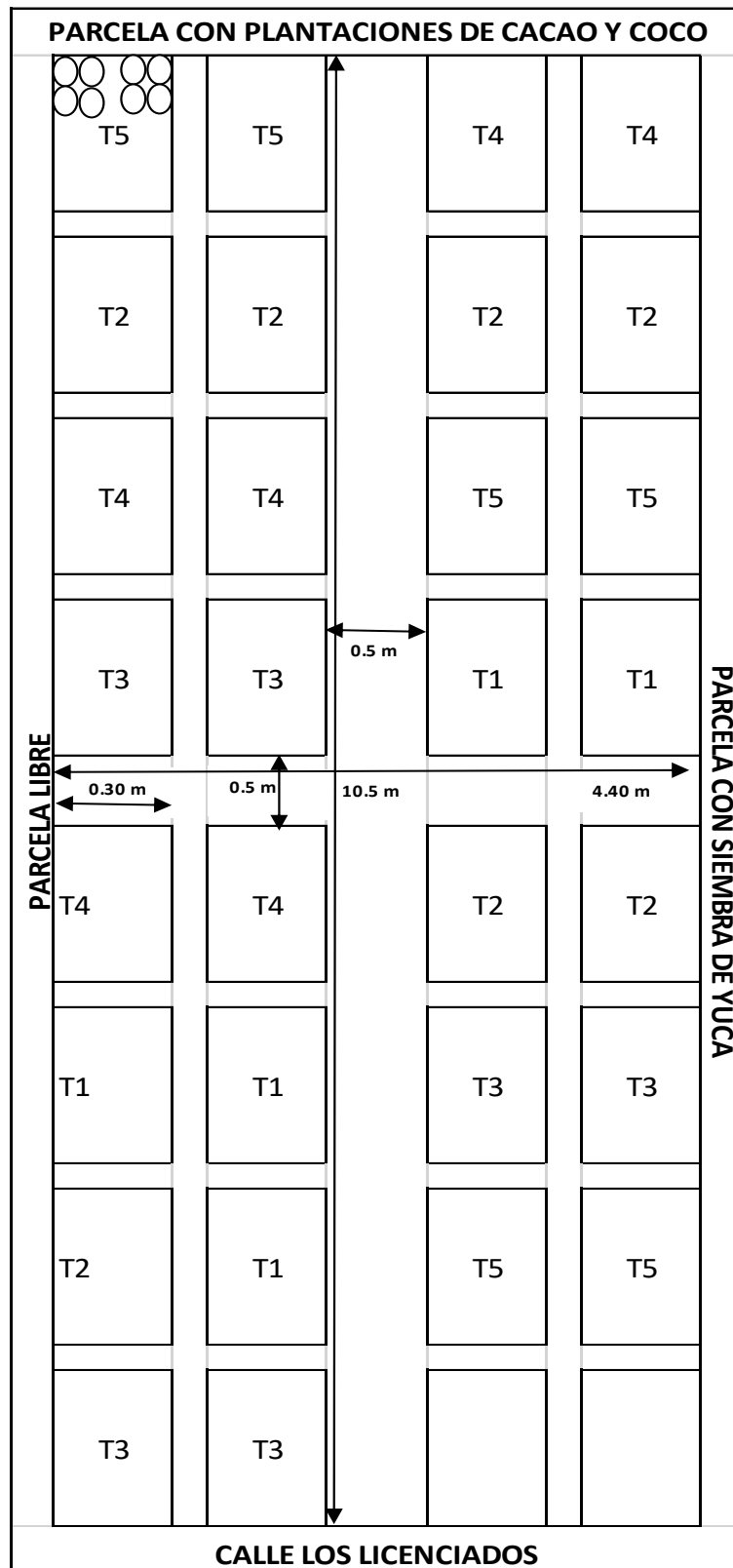
Anexo 10.

Flujograma de la producción de plantones de cacao



Anexo 11.

Croquis del diseño experimental de los tratamientos



Anexo 12.

Panel fotográfico de la secuencialidad del trabajo de investigación en la asociación Los Licenciados del distrito de Santa Rosa



Anexo 13
Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MARCO TEÓRICO
Problema principal: ¿Cuál será la dosis de aplicación de Microorganismos Eficientes EM en la producción de plántones de <i>Theobroma cacao</i> L “cacao” en condiciones de vivero?	Objetivo general: Evaluar la aplicación de EM la producción de plántones de cacao en condiciones de vivero Objetivos específicos a) Determinar la dosis más adecuada de EM para incrementar la producción de plántones de cacao. b) Evaluar la altura de la planta de plántones de cacao en vivero. c) Evaluar el número de hojas y el grosor del tallo a la altura de la raíz de plántones de cacao en vivero.	El crecimiento de los plántones de cacao, con EM autóctonos, responde mejor en dosis menores a las utilizadas con los Microorganismos Eficientes ME comerciales.	Variable independiente: Microorganismos Eficientes (EM) <u>Indicador:</u> - Concentración % Variable dependiente: <i>Theobroma cacao</i> L (cacao) <u>Indicadores</u> - Altura de la planta (AP) cm - Numero de hojas (NH) número - Grosor del tallo (GT) cm	Tipo de investigación: Aplicativa - experimental Nivel de investigación: Estadístico y descriptivo Método: Aplicativo y experimental Diseño: El diseño experimental fue adecuado a Diseño de bloques completamente al azar DBCA Muestreo: Aleatorio Técnicas: Observación Determinación Experimentación Instrumentos: Regla Calibrador vernier Cámara digital Computadora laptop GPS	Para la instalación de nuevas plantaciones de cacao debe hacerse con plantas producidas en viveros certificados que aseguren el material vegetal en buen estado fisiológico para que sobrevivan el trasplante definitivo a campo, pues induce un rápido y sólido desarrollo de patrones y clones². La utilización de productos químicos para el control de enfermedades, la emergencia de patógenos resistentes a fungicidas, y el deterioro en la salud de productores y consumidores, han promovido la búsqueda de alternativa viables que garanticen una mayor sostenibilidad en la producción de plántones de cacao, minimizando el impacto sobre el medio ambiente³. Por ello, el uso de microorganismos como mejoradores de sustratos utilizados en condiciones de vivero los cuales son reconocidos por su gran efecto como promotores de desarrollo radicular en las plántulas de cacao y por su distribución al incremento y capacidad de absorción de nutrientes. El empleo de microorganismos eficientes ha permitido una reducción en la aplicación de fungicidas químicos y por lo tanto un control más eficiente de patógenos causantes de enfermedades, al ser incorporados en los plántones de cacao en vivero³. Por lo que una de las alternativas viables de bajos costos y al alcance de la población local es el uso de Microorganismos eficientes (EM).