

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERIA AGROFORESTAL ACUICOLA



**Influencia de concentraciones de microorganismos eficaces con
cerámica fitoprotectante en el crecimiento en altura, diámetro, área
foliar y calidad de plantones de *Theobroma cacao* (cacao)**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGROFORESTAL ACUICOLA

Nereyda Patty Pérez Palermo

YARINACocha – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A mis padres, Simon Perez Salas y Marcelina Palermo Ureta, quienes con esfuerzo y sacrificios realizados, me brindaron apoyo económico para realizar mis estudios, y con sus valiosos consejos hicieron posible encaminarme por el camino del bien para culminar con éxito mi carrera profesional.

A todas mis hermanas, en especial a Lizbeth, por el apoyo que me brindó y por demostrarme que para estudiar se tiene que hacer grandes sacrificios en la vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios, por haberme dado salud, dones suficientes de inteligencia y la fortaleza, que me ha permitido enfrentar los retos, para lograr mis objetivos.

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, a la Facultad de Ingeniería y Ciencias ambientales por brindarme las herramientas y materiales necesarios, para ejecutar la presente tesis.

A la Ing. MSc. Ena Vilma Velazco Castro, por confiar en mi persona y brindarme su asesoramiento en todo el proceso de presentación y desarrollo de la presente de tesis.

Al Ing. Hernán Bravo Casas, por ser una gran persona y mostrar su respaldo total para la realización de esta investigación, y por sus valiosos aportes durante el desarrollo de la presente tesis.

Al señor Raul Estrella, encargado del vivero del campus universitario por facilitarme los materiales para el acondicionamiento de las camas de repique y por su ayuda en las actividades en vivero durante todo el desarrollo de la tesis.

A mis amigos: Jennifer, Nuri, Edinson, Diana y Pauleth, por brindarme su apoyo en las diferentes actividades de vivero, ya que sin ello no hubiera avanzado rápidamente la realización de la investigación. En especial al Técnico Alex por el apoyo incondicional que me brindó durante todo el proceso de ejecución de mi tesis.

INDICE

	Pg.
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
INDICE.....	4
INDICE DE CUADROS.....	8
INDICE DE FIGURAS.....	11
RESUMEN.....	13
ABSTRAC.....	14
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
2.1. Antecedentes de la investigación	16
2.1.1. Antecedentes Internacionales	16
2.1.2. Antecedentes Nacionales	18
2.2. Teobroma cacao (Cacao)	19
2.2.1. Taxonomía del cacao	19
2.2.2. Descripción botánica	19
2.2.3. Condiciones climáticas y edáficas del cultivo	20
a. Condiciones Climáticas.....	19
b. Condiciones Edáficas.....	19
2.2.4. Tipos de cacao.....	20
2.3. Usos.....	21
a. Criollos o dulces.....	19
b. Forasteros o cacao amargo.....	19
c. Trinitarios.....	20
2.4. Propagación sexual en cacao	21
2.4.1. Selección de planta madre	21
2.4.2. Selección del fruto	21
2.4.3. Selección de la semilla	21
2.4.4. Conservación de la semilla.....	22
2.5. Vivero.....	22
2.5.1. Sustrato.....	22
2.5.2. Características del sustrato	22
a. Mullido y permeable.....	21
b. Capaz de retener agua.....	21
c. De estructura estable.....	21
d. Capaz de acumular nutrientes.....	22

e. pH estable.....	22
2.5.3. Funciones del sustrato.....	23
2.5.4. Llenado de bolsas.....	23
2.5.5. Pre-germinado y siembra	23
2.5.6. Cuidados culturales de plántones en vivero	23
2.6. Calidad de plantas.....	23
2.6.1. Características morfológicas	24
a. Altura.....	23
b. Diámetro del cuello de la raíz.....	23
c. Tamaño del sistema radical.....	23
d. Peso de la planta.....	23
2.6.2. Indicadores de calidad.....	24
a. índice de Robustez o esbeltez.....	23
b. Relación Altura del Tallo: Longitud de la Raíz principal (AT:LR).....	23
c. Área Foliar Específica (AFE)	23
d. Relación Biomasa Seca Aérea y Biomasa Seca Raíz (R BSA/BSR)	23
e. Índice de Lignificación	24
f. Índice de Calidad de Dickson (ICD)	24
2.6.3. Importancia de producir plantas de calidad	25
2.7. Microorganismos eficaces.....	25
2.7.1. Origen	26
2.7.2. Tipos de organismos presentes	26
a. Bacterias ácido-lácticas.....	25
b. Levaduras.....	25
c. Actinomicetos.....	25
d. Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas.....	26
2.7.3. Modo de acción.....	27
2.7.4. Beneficios.....	27
a. En semilleros.....	26
b. En las plantas.....	26
c. En suelos.....	27
2.7.5. Activación.....	28
2.7.6. Duración y conservación	28
2.8. Cerámica Fitoprotectante	29
2.8.1. Composición	29
2.8.2. Beneficios.....	29
III. MÉTODOS.....	30
3.1. Ubicación y descripción del área de estudio	30

3.2. Descripción climatológica del área de estudio	30
3.3. Identificación y descripción del material experimental	30
3.4. Variables.....	31
3.5. Población y muestra.....	31
3.6. Tratamientos.....	32
3.7. Recolección de datos	32
3.7.1. Fuentes de información	32
3.7.2. Unidad experimental y unidad de medición	32
3.7.3. Tipo de muestreo.....	32
3.7.4. Técnicas para la recolección de los datos	32
a. Fase campo.....	31
• Selección de la planta madre.....	31
• Selección del fruto.....	32
• Selección de la semilla.....	32
b. Fase vivero.....	32
• Preparación de sustrato	32
• Llenado bolsas	32
• Acomodado de bolsas.....	32
• Activación Microorganismos eficaces (nombre Comercial EM•1®).....	33
• Pre-germinado de semillas.....	33
• Siembra.....	33
• Determinación de concentraciones de Microorganismos eficientes (nombre Comercial EM•1®) por cada tratamiento.....	33
• Determinación de concentración de Cerámica Fitoprotectante (nombre Comercial EM•CERAMICA® Fitoprotectante).....	34
• Aplicación de Microorganismos eficientes (nombre Comercial EM•1®) con Cerámica Fitoprotectante por cada tratamiento.	34
• Riego.....	34
• Control de malezas.....	35
• Control de plagas.....	35
• Análisis físico-químico del sustrato.....	35
• Análisis nutricional de microorganismos eficaces activado.....	35
c. Evaluación de variables en vivero.....	35
• porcentaje de germinación.....	35
• Diámetro.....	35
• Altura.....	36
• Área foliar específica (AFE).....	36

d. Evaluación de variables en laboratorio.....	36
• Peso fresco de la parte área y de la raíz.....	36
• Peso seco de la parte área y de la raíz.....	37
e. Determinación de Índices de Calidad.....	37
• Índice de Robustez.....	37
• Índice de Lignificación.....	37
• Relación Biomasa Seca Aérea y Biomasa Seca Raíz (R BSA/BSR)..	37
• Índice de Calidad de Dickson (ICD)	37
3.8. Procesamiento de los datos.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Altura de plántulas de <i>Theobroma cacao</i>	39
4.2. Diámetro de plántulas de <i>Theobroma cacao</i>	42
4.3. Área foliar específica (AFE)	44
4.4. Índices de calidad.....	45
4.4.1. Índice de Robustez (IR)	46
4.4.2. Índice de Lignificación (IL)	47
4.4.3. Relación Biomasa Seca Aérea/Biomasa Seca Radicular (RBSA/BSR).....	49
4.4.4. Índice de Calidad de Dickson (ICD)	50
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. RECOMENDACIONES	54
VII. BIBLIOGRAFIA.....	55
VIII. ANEXO	58

INDICE DE CUADROS

	Pg.
En el Texto	
1. Fórmulas empleadas para determinar la calidad de la planta	25
2. Datos meteorológicos registrados en la “Estación Meteorológica Agrícola Principal de la UNU” (Septiembre - Noviembre 2017).....	30
3. Descripción de las Variables.....	31
4. Descripción de Tratamientos.....	32
5. Prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$), para la variable altura (cm) de <i>Theobroma cacao</i> para los días evaluados.....	39
6. Prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$), para la variable diámetro (mm) de <i>Theobroma cacao</i> para los días evaluados.....	42
7. Prueba de comparación de medias de los sustratos con respecto al índice de área foliar específica de plántones de <i>Theobroma cacao</i> (Tukey $\alpha = 0.05$).....	44
8. Prueba de comparación de medias de los tratamientos con respecto al índice de robustez, de plántones de <i>Theobroma cacao</i> (Tukey $\alpha = 0.05$).....	46
9. Prueba de comparación de medias de los tratamientos con respecto al índice de lignificación, de plántones de <i>Theobroma cacao</i> (Tukey $\alpha = 0.05$).....	47
10. Prueba de comparación de medias de los tratamientos con respecto a la relación BSA/BSR, de plántones de <i>Theobroma cacao</i> (Tukey $\alpha = 0.05$).....	49
11. Prueba de comparación de medias con respecto al índice de calidad de Dickson en plántones de <i>Theobroma cacao</i> (Tukey $\alpha = 0.05$).....	51
En el Anexo	
12. Control de germinación de semillas de cacao.....	67
13. Formato evaluación de crecimiento en altura de plántones de cacao.....	68
14. Formato de evaluación de crecimiento en diámetro de plántones de cacao.....	68
15. Formato de evaluación de área foliar específica de plántones de cacao.....	69
16. Formato de biomasa húmeda y seca (aérea-raíces)	70
17. Promedio de altura de <i>Theobroma cacao</i> por tratamientos y repetición durante los días evaluados.....	73
18. Promedio de diámetro de <i>Theobroma cacao</i> por tratamientos y repetición durante los días evaluados.....	74
19. Promedios de los diferentes índices de calidad de <i>Theobroma cacao</i> , a los 80 días después de la siembra de semillas.....	75
20. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 24 días después de la siembra.....	76
21. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao	

por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 31 días después de la siembra.....	76
22. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 38 días después de la siembra.....	76
23. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 45 días después de la siembra.....	76
24. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 52 días después de la siembra.....	77
25. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 59 días después de la siembra.....	77
26. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 66 días después de la siembra.....	77
27. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 73 días después de la siembra.....	77
28. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 80 días después de la siembra.....	78
29. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de Cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 24 días después de la siembra.....	78
30. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 31 días después de la siembra.....	78
31. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 38 días después de la siembra.....	78
32. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 45 días después de la siembra.....	79
33. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 52 días después de la siembra.....	79

34. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 59 días después de la siembra.....	79
35. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 66 días después de la siembra.....	79
36. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 73 días después de la siembra.....	80
37. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 80 días después de la siembra.....	80
38. Análisis de variancia (ANOVA) para el Índice de Robustez (IR) de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante a los 80 días después de la siembra.....	80
39. Análisis de variancia (ANOVA) para el Índice de Lignificación (IL) de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante a los 80 días después de la siembra.....	80
40. Análisis de variancia (ANOVA) para el Área Foliar Específica (AFE) de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante a los 80 días después de la siembra.....	81
41. Análisis de variancia (ANOVA) para la Relación Biomasa Seca Aerea/Biomasa Seca Radicular (R BSA/BSR) de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante a los 80 días después de la siembra.....	81
42. Análisis de variancia (ANOVA) para el Índice de Calidad de Dickson (ICD) de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante a los 80 días después de la siembra.....	81

INDICE DE FIGURAS

Pg.

En el Texto

1. Crecimiento en altura de plántones de <i>Theobroma cacao</i> durante los días evaluados.....	40
2. Crecimiento en diámetro de plántones de <i>Theobroma cacao</i> durante los días evaluados..	43
3. Área foliar específica de plántones de <i>Theobroma cacao</i> por efecto al tipo de tratamiento, a los 80 días después de la siembra de semillas.....	45
4. Índice de robustez en <i>Theobroma cacao</i> por efecto al tipo de tratamiento, a los 80 días después de la siembra de semillas.....	47
5. Índice de lignificación en <i>Theobroma cacao</i> por efecto al tipo de tratamiento, a los 80 días después de la siembra de semillas.....	48
6. Relación biomasa seca aérea y biomasa seca radicular de plántones de <i>Theobroma cacao</i> por efecto al tipo de tratamiento, a los 80 días después de la siembra de semillas	50
7. Índice de calidad de Dickson de plántones de <i>Theobroma cacao</i> por efecto al tipo de tratamiento, a los 80 días después de la siembra de semillas	51

En el Anexo

8. Ficha técnica de Microorganismos eficaces (nombre Comercial EM•1®).....	58
9. Ficha técnica de Cerámica Fitoprotectante (EM•CERAMICA® Fitoprotectante).....	59
10. Preparación del sustrato.....	60
11. Llenado de bolsas.....	60
12. Acomodado de bolsas.....	61
13. Activación Microorganismos eficaces (nombre Comercial EM•1®).....	61
14. Selección del fruto.....	62
15. Selección de la semilla y desmucilaginado.....	62
16. Pre-germinado de semillas.....	63
17. Siembra de semillas de cacao en las bolsas.....	63
18. Aplicación de Microorganismos Eficaces con Cerámica Fitoprotectante	64
19. Resultado del análisis de propiedades fisicoquímicas del sustrato empleado para los tratamientos.....	65
20. Resultado del análisis nutricional del Microorganismo eficientes activado.....	66
21. Promedios del porcentaje de germinación de semillas de <i>Theobroma cacao</i>	67
22. Medición del Diámetro del tallo	71
23. Medición de la altura de planta.	71
24. Calculo del área foliar específica.....	72
25. Peso fresco de la parte aérea y de la raíz.....	72
26. Peso seco de la parte aérea y de la raíz.....	72
27. Plántones de <i>Theobroma cacao</i> a los 24 días después de la siembra.....	82

RESUMEN

La investigación se realizó en el vivero de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, localizado en la Carretera a San José km 0.5; distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, en los meses de septiembre a noviembre del 2017, cuyo objetivo general fue evaluar la influencia de concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante en el crecimiento en altura, diámetro, área foliar y calidad de plántones de *Theobroma cacao* "cacao común". El experimento fue conducido mediante un diseño completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos, 10 repeticiones y 50 unidades experimentales. Los tratamientos fueron: T1 (Testigo); T2 (100 ml de microorganismos eficientes (EM) + 20 g de cerámica fitoprotectante (CF)); T3 (200 ml de EM + 20 g de FT); T4 (300 ml de EM + 20 g de CF) y T5 (400 ml de EM + 20 g de CF). Como resultado el tratamiento T3 obtuvo mejor valor en el crecimiento en altura, diámetro y área foliar específica con: 25.56 cm, 6.86 mm y 90.77 cm²/g respectivamente, en comparación al testigo que alcanzó 19.98 cm, 5.49 mm y 49.32. Respecto a los índices de calidad: la Relación Biomasa Seca Aérea/Biomasa Seca Radicular (R BSA/RBSR), Índice de Lignificación (IL), Índice de Robustez (IR) e Índice de Calidad de Dickson (ICD), no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, pero el T3 tuvo mayor valor sobre el IR con 3.76, la R BSA/RBSR con 2.45 e ICD con 0.85, y el T4 tuvo mayor valor en el IL con 33,68. Se recomienda producir plántones de *Theobroma cacao* (cacao común) con el tratamiento T3, por que obtuvo mayores valores en la mayoría de las variables evaluadas, además desde el punto de vista económico conviene aplicar porque contiene menor concentración, lo que significa la utilización de menos cantidad de microorganismos, disminuyendo el costo de producción.

Palabras clave: microorganismos eficientes, cerámica fitoprotectante, índices de calidad, producción de plántones de calidad.

ABSTRAC

The research was conducted in the nursery of the National Intercultural University of Amazonia, located on the road to San José km 0.5; district of Yarinacocha, Province of Coronel Portillo, Ucayali Region, from September to November 2017, whose general objective was to evaluate the influence of effective microorganism concentrations with crop protection ceramics on growth in height, diameter, leaf area and quality of *Theobroma cocoa* seedlings "common cocoa". The experiment was conducted through a completely randomized design (DCA), with 5 treatments, 10 repetitions and 50 experimental units. The treatments were: T1 (Control); T2 (100 ml of efficient microorganisms (EM) + 20 g of phytoprotective ceramic (CF)); T3 (200 ml of MS + 20 g of TF); T4 (300 ml of EM + 20 g of CF) and T5 (400 ml of EM + 20 g of CF). As a result, the T3 treatment obtained better growth value in height, diameter and specific leaf area with: 25.56 cm, 6.86 mm and 90.77 cm² / g respectively, compared to the control that reached 19.98 cm. 5.49 mm. 49.32. Regarding the quality indexes, the ratio of aerial dry Biomass / dry root biomass (R BSA / RBSR), Lignification Index (IL), Robustness Index (IR) and Dickson Quality Index (ICD), did not show significant differences between the treatments, but the T3 had higher value over the IR with 3.76, the R BSA / RBSR with 2.45 and ICD with 0.85, and the T4 had greater value in the IL with 33.68. It is recommended to produce *Theobroma cacao* seedlings (common cocoa) with the T3 treatment, because it obtained higher values in most of the evaluated variables, besides from the economic point of view it is convenient to apply because it contains lower concentration, which means the use of less amount of microorganisms, decreasing the cost of production.

Key words: efficient microorganisms, crop protection ceramics, quality indexes, production of quality seedlings.

I. INTRODUCCIÓN

En la región Ucayali Alrededor de 20,000 hectáreas de cacao en diversas variedades ya fueron sembradas, de las cuales 11,484 hectáreas se han sembrado en la provincia de Padre Abad, 6,523 hectáreas en Coronel Portillo, 2,981 hectáreas en Atalaya y las demás en Purús. (Álvarez. 2016). Cabe mencionar que el 2015, se registró un volumen de producción de 6,7 mil toneladas (37,3 mil toneladas) y rendimientos de 820 kilogramos por hectárea (MINAGRI, 2016). La creciente demanda de producción, hace que los productores quieran expandir sus áreas de cultivo. Sin embargo el éxito de las plantaciones depende principalmente del empleo de plántones de calidad, que se produce en los viveros, lo cual puede asegurar una mayor probabilidad de sobrevivir y desarrollarse a partir de su establecimiento en campo definitivo, asegurando la mayor supervivencia (Ruano, 2003. Citado por Sáenz, et al. 2014).

Frente a esta problemática identificada, una nueva alternativa de producir plántones de calidad, es mediante la aplicación de Microorganismos Eficaces, que son una cultura mixta de microorganismos benéficos (bacterias fotosintéticas, ácido láctico y levaduras. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción de nutrientes. Este proceso promueve la descomposición de la materia orgánica y aumenta el contenido humus en el suelo (IDIAF, 2009. Citado por Toloambo, 2012). En tal sentido permitirá acelerar el crecimiento y desarrollo de plántones, además genera una barrera protectora con microorganismos benéficos alrededor del material para que al momento de entrar en contacto con el sustrato, se reduzca la incidencia de enfermedades alojadas en el medio (EMPROC, 2017).

Sin embargo, no se cuentan con datos cuantitativos relacionados con su efecto en el crecimiento y desarrollo en plántones de cacao; bajo esta premisa la investigación tuvo como objetivo:

General

- Evaluar la influencia de concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante en el crecimiento en altura, diámetro, área foliar y calidad de plántones de *Theobroma cacao* "Cacao Común", obtenidos a partir de semillas.

Específicos

- Determinar la influencia de concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante en el crecimiento en altura de plántones de *Theobroma cacao* "Cacao Común".
- Determinar la influencia de concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante en el crecimiento en diámetro de plántones de *Theobroma cacao* "Cacao Común".

- Determinar la influencia de concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante en el área foliar de plantones de *Theobroma cacao* "Cacao Común".
- Determinar la influencia de concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante en la calidad de plantones de *Theobroma cacao* "Cacao Común".

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Gutiérrez, et al. (2011), realizaron investigación con el propósito de evaluar el efecto del espacio de crecimiento radicular y volumen de sustrato sobre el crecimiento de plantas de cacao (*Theobroma cacao*), empleando diferentes envases plásticos: tubete (1 kg), bolsa (3 kg) y balde (5 kg) en vivero, como resultado encontraron que las plántulas de cacao respondieron a la limitación del volumen del sustrato y espacio de crecimiento, a través de restricción del crecimiento de la raíz y de estructuras aéreas de las plantas en el recipiente tubete, por lo tanto el tamaño y capacidad volumétrica de los contenedores alteró significativamente ($P \leq 0,05$) el crecimiento y desarrollo de estructuras vegetativas (caracteres evaluados) y por ende los patrones de crecimiento de los clones de cacao evaluados. Además según el análisis de varianza y la prueba de Tukey, encontraron la menor magnitud de todos los caracteres en el tratamiento de tubetes. Determinaron un incremento en la magnitud de los caracteres a medida que aumentó el tamaño del envase en relación con el más pequeño que fue el tubete, pero entre bolsa y balde no se encontraron diferencias significativas

Naranjo (2013), realizó investigación donde aplicó microorganismos (bacterias fototróficas, bacterias ácido lácticas, actinomicetos, hongos, levaduras, algas) para acelerar la descomposición de materiales orgánicos en la elaboración de compost, como resultado obtuvo que la aplicación de los microorganismos en la dosis de 30 cc/10 l de agua (D3), causó el mejor efecto en el proceso de descomposición, acelerando el tiempo a la cosecha del compost y obteniéndose mejor calidad en su contenido nutricional, por cuanto los tratamientos que recibieron aplicación de esta dosis reportaron: menor tiempo a la obtención del compost (86,50 días), mayor número de colonias (espirilos, cocos, bacilos). (8,33/g de compost), con mejor contenido de nitrógeno (1,13%), como también de fósforo (219,99 ppm) y potasio (0,72%), reportando el mayor porcentaje de materia orgánica (24,63%).

Toalombo (2012), realizó investigación para determinar las ventajas de la aplicación de Microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.); logrando determinar que el tratamiento D3F2 (3cc EMAs + 3cc melaza/3lts) se debe utilizar en el cultivo de cebolla blanca como una alternativa para mejorar el rendimiento de Cebolla blanca (*Allium fistulosum*) e incrementar su producción y productividad. El

análisis de varianza, estableció diferencias estadísticas no significativas para todas las fuentes de variación, no fue necesario realizar las pruebas de significación de TUKEY al 5% para las variables porque entre los valores evaluados estadísticamente no existe diferencia y el coeficiente de variación fue en todos los casos mayor al 3,63%, y menor al 29,96%.

Macías (2013), realizó investigación para evaluar el comportamiento agronómico de plántulas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustratos, como resultado menciona que el menor volumen de sustrato en propagación vegetativa de cacao CCN-51, presentó restricción radicular, por lo cual afecta significativamente el comportamiento agronómico de la planta en etapa de vivero, y los mejores volúmenes de sustrato para la propagación vegetativa de cacao CCN-51 son fundas de 8x10; 7x11 y 6x10, porque tiene un mejor comportamiento en las variables agronómicas, altura de la planta de 29.24 a 28.50 cm; diámetro de 18.49 a 50.56 mm, ancho de hoja de 10.45 a 10.58, longitud de hoja de 18.39, a 23.92, longitud de raíz de 17.43 a 22.50 y en las plantas injertadas de supervivencia de 94.66% a 97.37%, altura del brote del injerto 7.67 y 7.50 cm, largo de hoja 25.00 cm, ancho de hoja 10.33 y 11.33 cm. El análisis de las comparaciones de los diferentes volumen de sustratos indican que hay diferencias estadística de acuerdo la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), en la longitud de raíz, dentro de las comparación que corresponde al menor volumen de sustrato la alcanzó una media de 8.97, 14.67 y 13.73 cm frente a los mayores volumen de sustrato.

Yané, et al. (2016), realizaron estudio con el propósito de evaluar el efecto de un compost enriquecido con microorganismos eficientes, en la germinación en semillas recalcitrantes de *Artocarpus altilis* y *Theobroma cacao*; determinaron que la mezcla de compost (T4) en su conjunto, tiene el mayor efecto sobre los parámetros de las semillas, y en la germinación comprobaron 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*. Así mismo el número de plantas emergidas, aumento en ambas especies con la adición de EM, LAB y levadura comercial (T4). También reportan una reducción en los días al trasplante de las especies estudiadas siendo significativa particularmente en cacao.

Uribe, et al. (2001), realizaron estudio para evaluar el proceso de compostaje de gallinaza de aves de jaula y el efecto de los Microorganismos Eficaces (EM) sobre la composición física y química del compost, como resultado mencionan

que el proceso de compostación se produjo de la segunda a la cuarta semana y el secado de la quinta a la sexta semana para todos los tratamientos; sin embargo la mezcla de la gallinaza con EM, presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) con respecto a la formulación de gallinaza, aserrín y EM en pH, mostrando un descenso más rápido, por debajo de 8.5, lo cual indica una aceleración en el proceso de estabilización del compost, por otro lado las pruebas físico-químicas realizadas al final muestran mayores valores de Nitrógeno y Potasio para la mezcla de gallinaza con EM.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Merino (2013), realizó investigación para evaluar el efecto nutricional de abonos orgánicos mediante la adición de microorganismos eficientes y su efecto en el crecimiento de plántones de cacao CCN – 51, logrando determinar que el contenido nutricional de los abonos no se ve sustancialmente incrementado cuando se les incorpora los "microorganismos eficientes" formulados comercialmente (MEC®) o los obtenidos caseramente del bosque (MEB), así mismo se observa una tendencia de que no existen diferencias estadísticamente entre los tratamientos, pero todas las formas de preparación de los abonos orgánicos superan estadísticamente al testigo en los parámetros de altura, número de hojas, diámetro de tallo y peso seco de los plántones de cacao, excepto para el parámetro de volumen radicular donde no hay diferencias estadísticas para ninguno de ellos.

Rojas (2014), realizó investigación para evaluar el efecto de la aplicación de Microorganismos Efectivos en la calidad físicoquímica, microbiológica y organoléptica del biol producto de un proceso de biodigestión anaeróbica. Como resultado menciona que la aplicación de Microorganismos Efectivos en los biodigestores mejora la calidad físicoquímica, microbiológica y organoléptica del biol, así como su poder fertilizante; reduciendo el olor, la concentración de sólidos totales, los coliformes fecales y la materia orgánica presente. Por lo tanto, tiene grandes potencialidades para ser utilizado con grandes beneficios en la agricultura, dadas las bondades del EM tanto sobre el biol, como sobre los cultivos. En todos los resultados el índice de correlación R^2 entre el parámetro analizado y la dosis de Microorganismos Efectivos fue en todos los casos mayor al 90%, en algunos casos incluso superando el 98%. Esto confirma que casi toda la variación en los resultados fue consecuencia de la dosis de EM.

2.2. Teobroma cacao (Cacao)

2.2.1. Taxonomía del cacao

El Theobroma Cacao (cacao: “bebida de los dioses”), por su exquisito aroma y sabor. Se clasifica así:

- División : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliopsidae
- Orden : Malvales
- Familia : Sterculiaceae
- Género : *Theobroma*
- Especie : cacao

2.2.2. Descripción botánica

El cacao es una planta alógama, es decir de polinización cruzada, la cual es realizada por pequeños insectos. Tiene una raíz principal (pivotante) que llega a crecer entre 1.20 y 1.50m de profundidad. Las raíces secundarias y terciarias, responsables de la absorción de nutrientes y humedad se encuentran, en su mayor parte, en los primeros 20 cm de profundidad y cubren un área similar a la de la copa del árbol (Torres, 2012). El tallo crece recto y se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales. Tiene tamaño mediano (5-8 m) aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa (Zambrano, 2010). Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m. Las hojas son alargadas, simples enteras, de color verde con tonalidades variables y de pecíolo corto (Torres, 2012).

Las inflorescencias se encuentran en la base de las hojas (en la zona de la cicatriz y yema axilar que deja una hoja) y aparecen, principalmente, en las partes viejas o troncos maduros (Torres, 2012). Las flores son pequeñas cáliz de color rosa, con segmentos puntiagudos; la corola de color blanco y amarillo o rosa. Los pétalos son largos. La polinización es entomófila destacando una mosquita del género *Forcipomya*. (MINAG, 2012. Citado por Gamboa, 2015). El fruto o mazorca del cacao es una drupa grande, de forma, tamaño y color variable. La pared del fruto es generalmente gruesa y dura, presenta surcos profundos y superficiales, tiene aproximadamente 25cm de largo, 8 a 10 cm de diámetro. Las mazorcas contienen de 25 a 50 semillas en forma de almendras de color blanco, café o morado y de sabor amargo, dispuesto en 5 a 8 filas oblongas, una junta a la otra. Estas almendras son de forma oval, alargadas y redondeadas miden hasta tres centímetros de longitud (Torres, 2012).

2.2.3. Condiciones climáticas y edáficas del cultivo

a. Condiciones climáticas

DEVIDA (2014), menciona que el rango de temperatura promedio anual va de 23 a 30° C, siendo el óptimo de 25° C, la precipitación pluvial mínima y máxima manejable es 1,400 y 3,000 mm, respectivamente y óptima de 1,500 a 2,500 mm bien distribuidos a lo largo del ciclo, con humedad relativa anual promedio de entre el 70 y 80%, la luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que se encuentre, siendo del 40 al 50% para el cultivo en crecimiento (menor de 4 años) y del 60 al 75% para plantación en producción (mayor de 4 años), altitudes desde el nivel del mar hasta los 1,200 msnm, siendo el óptimo de 500 a 800 msnm.

b. Condiciones edáficas

Los suelos deben tener un buen drenaje, buenas propiedades físicas - químicas, con una profundidad 0.60 – 1.50 metros, con un pH óptimo de 5.5 a 7.0, % materia orgánica: > de 3% y una textura, de la serie (franco, franco, franco-arcilloso, francoarenoso).

2.2.4. Tipos de cacao

Existen tres tipos de cacao bien definidos en cuanto a sus características cualitativas y cuantitativas, estos son:

a. Criollos o dulces

Procedentes de centro América, Colombia y Venezuela. Se distinguen por tener mazorca cilíndrica, con diez surcos simples o en cinco pares, cascara (pericarpio) verrugoso delgada o gruesa, con una ligera capa lignificada en el centro del pericarpio. Con o sin depresión en el cuello; puntas agudas en cinco ángulos rectos o recurvados; de color verde o rojo, posee entre 20 y 30 semillas de cotiledones blancos o ligeramente pigmentados. Considerado como el príncipe de los cacaos, Criollo es famoso por su finura y sus aromas poderosos. Representa no obstante sólo el 5 % de la producción mundial, debido a su fragilidad frente a las enfermedades y frente a los insectos. Principalmente es destinado a la chocolatería de alta gama (Zambrano, 2010).

b. Forasteros o cacao amargo

Son originarios en América del Sur. Sus mazorcas ovoides, con diez surcos superficiales y profundos, cáscara lisa o ligeramente verrugosa, los extremos redondos, la mayoría son verdes con tonos blanquecinos o rosados, tiene más de 30 semillas aplanadas de color morado y sabor amargos. (García, 1991. Citado por Gamboa, 2015). Son cacaos de calidad ordinaria (un aroma poco pronunciado y una amargura fuerte y corta) que

entran en la fabricación de los chocolates corrientes, pero representa especies mucho más resistentes y productivas que el Criollo (Zambrano, 2010).

c. Trinitarios

Este grupo es el resultado del cruzamiento entre individuos criollos y forasteros. Sus semillas son más grandes que el criollo y forastero; las mazorcas pueden ser de diferentes formas y colores, las plantas son más fuertes, troncos más gruesos y grandes. No tiene atributo puro a su especie y la calidad de su cacao varía de media a superior, con un contenido fuerte en manteca de cacao, representa el 15 % de la producción mundial (Zambrano, 2010).

2.3. Usos

El cacao es utilizado tanto por la industria farmacéutica como por la de alimentos. La primera extrae la teobromina para elaborar preparados comerciales diuréticos y estimulantes del sistema nervioso; también extrae la manteca de cacao de las semillas (parte grasa) para su aplicación en pomadas o supositorios. A partir de las semillas o granos de esta especie, (también denominadas «almendras»), fermentadas y secas (o también sin fermentar), se preparan la pasta o licor de cacao, la manteca de cacao, el polvo de cacao y el chocolate (Waizel, et al. 2012).

2.4. Propagación sexual en cacao

Es el método en la cual se utiliza semilla botánica o grano (almendra) para producir las nuevas plantas de cacao (MINAG, 2012. Citado por Gamboa, 2015). Es la forma más común, utilizado por los agricultores para propagar cacao en nuestro país, por ser fácil y económica. Para realizar este tipo de propagación hay que seguir los siguientes pasos:

2.4.1. Selección de planta madre

Seleccionar dentro de su plantación los mejores árboles, los más robustos, con mayor producción y que en lo posible estén libres de enfermedades (CORPOICA, 2009).

2.4.2. Selección del fruto

La selección de la mazorca se hace del tronco o de las ramas primarias, pues ellas dan semillas uniformes y más vigorosas. Cuando la mazorca alcanza su madurez, las semillas contenidas en su interior están fisiológicamente maduras y dispuestas a germinar, pero si el fruto excede su madurez, se desarrolla la radícula en el interior (BENITO, 1992. Citado por Gamboa, 2015).

2.4.3. Selección de la semilla

Una vez abierta la mazorca, se debe evitar dañar la semilla; se divide en tres partes iguales; para seleccionar los granos más vigorosos, se escogen del tercio

medio de la mazorca, desechando las semillas de los tercios extremos (PAREDES, 2004. Citado por Gamboa, 2015).

2.4.4. Conservación de la semilla

Después de extraídas las semillas de las mazorcas y eliminar el mucilago a través de la frotación con la ceniza, aserrín, arena fina, cal apagada o costales de yute, luego se dispone a orearlas bajo sombra durante 8 horas. Transcurrido este tiempo se las desinfecta con ceniza o cal apagada estando ya aptas para ser sembradas (Zambrano, 2010).

2.5. Vivero

Un vivero de cacao es un espacio adecuado constituido por tinglado y camas en las que se producirán plantones seleccionados bien conformados, vigorosos y sanos por un período que oscila entre los tres y seis meses (DEVIDA, 2010. Citado por Merino, 2013).

2.5.1. Sustrato

El sustrato es la mezcla de suelo, arena y materia orgánica que se utiliza para llenar las bolsas y en donde se siembra la semilla para patrón de cacao. Es a la vez, el soporte físico de la planta y protege a las raíces durante los primeros meses de desarrollo y durante el transporte hasta la siembra. Un buen sustrato es aquel cuya composición está formada por 50 % de suelo, 25 % de materia orgánica (preferiblemente lombri-compost), y 25 % de arena. Todo sustrato que se utilice debe ser desinfectado; puede aplicarse cal, ceniza u otro para eliminar y prevenir la presencia de cualquier agente patógeno (hongos, insectos, nemátodos o bacterias) (SUSTRATO, s.f. Citado por Rodríguez, 2013). Para obtener buenos plantones de cacao, es indispensable tener en cuenta la riqueza nutritiva del sustrato a utilizar y del manejo técnico que se realice en el vivero (Arévalo et al. 2004. Citado por Merino, 2013).

2.5.2. Características del sustrato

Según CORPOICA (2009), menciona que el sustrato debe tener características particulares como:

- a. Mullido y permeable:** Evita el encharcamiento y permite que las raíces respiren y puedan desarrollarse.
- b. Capaz de retener agua:** Evita que el sustrato se seque rápido y haya disponibilidad de agua para las raíces.
- c. De estructura estable**
Garantiza una distribución uniforme de los nutrientes necesarios para el desarrollo normal de la planta y hace que no se descomponga, no se apelmace ni se deforme.

d. Capaz de acumular nutrientes

Debe permitir que las raíces encuentren disponible los nutrientes en todo momento.

e. pH estable

Debe ser ligeramente ácido de 6 a 7. Un sustrato muy ácido retiene los nutrientes y uno muy alcalino asimila mal el hierro, el cual es fundamental para la fotosíntesis.

2.5.3. Funciones del sustrato

Los sustratos cumplen con las siguientes funciones:

- Proporcionan humedad a las semillas.
- Dotan de aireación a las semillas durante el proceso de germinación.
- La textura del sustrato influye directamente en el porcentaje de semillas germinadas así como en la calidad del sistema radicular que se ha formado de las semillas, la que funciona como depósito de sustancias nutritivas. (Mainardi, 1980. Citado por Macías, 2013).

2.5.4. Llenado de bolsas

Llene las fundas hasta el borde con el sustrato, dejando la tierra bien apretada. Acomode las fundas en doble hilera separadas de 15 a 20 cm y ubicadas en dirección este-oeste (INIAP AMAZONIA, s.f. Citado por Rodríguez, 2013).

2.5.5. Pre-germinado y siembra

Las semillas inducidas al germinado son enterradas en terreno húmedo, de preferencia bajo sombra, durante cinco días al final de los cuales dejan ver su raíz. Para sembrarlas se las introduce verticalmente con la raíz abajo en un hoyo pequeño practicado en el sustrato de la bolsa (Zambrano, 2010).

2.5.6. Cuidados culturales de plantones en vivero

Los principales cuidados que se requiere son los siguientes:

- Regar diariamente, sobre todo en la mañana, tratando de mojar bien las hojas y la tierra contenida en las bolsas (CORPOICA, 2009).
- Eliminar en forma manual las malezas que se van desarrollando, para evitar competencia por nutrientes con la planta (Zambrano, 2010).
- Controlar enfermedades o plagas, en caso necesario, y retirar con cuidado las plantas enfermas o muertas (CORPOICA, 2009).

2.6. Calidad de plantas

Es la planta que reúne las características morfológicas y fisiológicas necesarias para sobrevivir y crecer, en las condiciones ambientales en las que será plantada (Ramírez y Rodríguez, 2004. Citado por Sáenz, et al. 2010).

2.6.1. Características morfológicas

La morfología es la manifestación física de las plantas y generalmente los principales atributos físicos son:

a. Altura

Es fácil de medir pero no es muy informativa por sí sola, ofrece sólo una somera aproximación del área fotosintetizante y transpirante e ignora la arquitectura del tallo (Birchler et al., 1998. Citado por Sáenz, et al. 2010).

b. Diámetro del cuello de la raíz

Es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta. Además define la robustez del tallo y se asocia con el vigor y el éxito de la plantación (Birchler et al., 1998. Citado por Sáenz, et al. 2010).

c. Tamaño del sistema radical

Entre más grande sea el sistema radical de la planta, tendrá más puntos de crecimiento y mayor posibilidad de explorar el suelo para captar agua y nutrientes; además, incrementará la probabilidad de infección micorrícica (González, 1995. Citado por Sáenz, et al. 2010).

d. Peso de la planta

El peso (biomasa aérea y radical) de la planta tiene alta correlación con la supervivencia en campo, con la misma consistencia que el diámetro del tallo o cuello de la raíz. También, el diámetro está fuertemente correlacionado con el peso de la parte aérea y del sistema radical (Vera, 1995. Citado por Sáenz, et al. 2010).

2.6.2. Indicadores de calidad

Entre los índices para determinar la calidad de planta producida en viveros destacan:

a. Índice de Robustez o Esbeltez

Es la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm); es un indicador de la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética de la misma (Prieto *et al.*, 2009. Citado por Sáenz, et al. 2014)

b. Área Foliar Específica (AFE)

Es la razón entre el área de la hoja y su peso. Un incremento en el área foliar específica, implica que la hoja invierte menos biomasa por unidad de área (Mello, 2006. Citado por Sáenz, 2015).

c. Relación Biomasa Seca Aérea y Biomasa Seca Raíz (R BSA/BSR)

El peso (biomasa aérea y radical) de la planta tiene alta correlación con la supervivencia en campo. El peso seco es un indicador efectivo cuando se

relaciona el peso seco de la parte aérea con el peso seco del sistema radical (Vera, 1995. Citado por Sáenz, et al. 2010).

d. Índice de Lignificación

Consiste en determinar el porcentaje de peso seco, con relación al contenido de agua en las plantas, lo cual expresa el nivel de pre-acondicionamiento de las plantas (Prieto *et al.*, 2004. Citado por Sáenz, et al. 2010).

e. Índice de Calidad de Dickson (ICD)

Es la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm), expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, lo que evita seleccionar plantas desproporcionadas y descartar ejemplares de menor altura pero con mayor vigor (García, 2007 Citado por Sáenz, et al. 2014).

Cuadro 1. Formulas empleadas para determinar la calidad de la planta (Sáenz, 2015).

INDICE	OBJETIVO	ECUACIÓN	AUTOR
Área Foliar Especifica	Determina la capacidad de producción de carbohidratos	$AFE = \frac{\text{Area foliar (cm}^2\text{)}}{\text{Peso de follaje (g)}}$	Toral (1997)
Proporción PSA/PSR	Predice la supervivencia en campo	$PAR = \frac{\text{Peso seco aereo (g)}}{\text{Peso seco radicular (g)}}$	Hernan (1964). Citado por Thompson (1985)
Robustez	Predice la supervivencia y crecimiento de la planta en campo	$IE = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diametro (mm)}}$	Roller, 1977. Citado por Thompson, 1985
Índice de Calidad de Dickson	Distinguir plantas idóneas para plantarse en campo	$\text{Índice de calidad de Dickson (ICD)} = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Dímetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}}$	Dickson, et al. 1960

2.6.3. Importancia de producir plantas de calidad

El éxito de las plantaciones depende principalmente del empleo de planta de calidad, que se produce en los viveros, lo cual puede asegurar una mayor probabilidad de sobrevivir y desarrollarse a partir de su establecimiento en campo definitivo, asegurando la mayor supervivencia, pues dicha calidad está determinada por los caracteres genéticos, fisiológicos y morfológicos que actúan de forma conjunta con el medio ambiente (Ruano, 2003. Citado por Sáenz, et al. 2014).

2.7. Microorganismos eficaces

Los microorganismos eficaces (nombre comercial: EM•1[®] (ver ficha técnica en anexo 1), conocidos como EM por sus siglas en inglés (efficient micro-organisms), este producto comercial se encuentra conformando por diferentes tipos de organismos, las

cuales desarrollan una sinergia metabólica contienen microorganismos seleccionados, incluyendo bacterias de ácido láctico y levaduras, y bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos. Todos estos son compatibles entre sí y pueden coexistir en cultivo líquido (Higa y Parr, 1994. Citado por Naranjo, 2013). Los microorganismos eficaces se aplican en forma de una mezcla líquida que se produce a través de un proceso natural de fermentación.

2.7.1. Origen

El Dr. Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Japón, empezó el desarrollo de los microorganismos eficaces en 1968 hasta obtener el primer producto conocido como EM en 1982, que posteriormente se convirtió en un producto más desarrollado y refinado (Higa y Wood, 2009. Citado por Naranjo, 2013).

2.7.2. Tipos de organismos presentes

Según su creador Higa, 1998 (Rojas, 2014), la solución EM contiene las siguientes clases de microorganismos:

a. Bacterias ácido-lácticas

Producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras; también aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa (Cajahuanca, 2016). El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos como la bacteria *Fusarium* e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica (Biosca, 2001. Citado por Toloambo, 2012).

b. Levaduras

Sintetizan las sustancias útiles de los aminoácidos y del azúcar que son segregados por las bacterias fotosintéticas, además de producir hormonas y enzimas que activan la división de las células. Sus secreciones son sustratos útiles para los microorganismos activos como las bacterias del ácido láctico y los actinomicetos (Naranjo, 2013).

c. Actinomicetos

Actúan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos presentes en las plantas y en la materia orgánica en descomposición debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biácidas). Benefician el crecimiento y actividad del *Azotobacter* y de las micorrizas, contribuyendo al desarrollo y crecimiento de los cultivos (APNAN, 2003. Citado por Rojas, 2014).

d. Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes (Biosca, 2001. Citado por Toloambo, 2012).

2.7.3. Modo de acción

Los microorganismos eficaces toman sustancias generadas por otros organismos, basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción de NPK y CN. Este proceso promueve la descomposición de la materia orgánica y aumenta el contenido humus en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción. (IDIAF, 2009. Citado por Toloambo, 2012).

2.7.4. Beneficios

Son utilizados en diferentes aplicaciones en más de 110 países del mundo, brindando soluciones a diferentes problemas de la agricultura, el medio ambiente, la acuicultura, entre otras áreas (Cajahuanca, 2016). En la agricultura se han utilizados para enriquecer el suelo y producir cultivos de calidad, sanos, con un mayor rendimiento, con menos enfermedades o plagas sin el uso de productos químicos agrícolas (Acosta, 2012), el mejor uso de EM en agricultura depende de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y la irrigación, entre otros factores (IDIAF, 2009. Citado por Toloambo, 2012).

a. En semilleros

Aumenta la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas (Silva, 2009. Citado por Toloambo, 2012).

b. En las plantas

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, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (Silva, 2009. Citado por Toloambo, 2012).

c. En los suelos

Están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades (Silva, 2009. Citado por Toloambo, 2012).

2.7.5. Activación

Generalmente los microorganismos eficaces (EM) se encuentran en estado latente. Si se utilizan sin un tratamiento previo, su acción puede ser lenta. Debido a esto, es necesario “activarlos” antes de utilizarlos, dando lugar al EM activado (EMa). Esto se logra mezclando el EM con agua y melaza, esta última como nutriente para activar el metabolismo microbiano y acelerar su reproducción. Para la activación es necesario contar con un recipiente de plástico (bidón, tanque) que pueda cerrarse herméticamente. Las proporciones a utilizar son las siguientes: 90 por ciento de agua libre de cloro. Si el agua contiene cloro debe dejarse 24 horas en un recipiente abierto para que el cloro se volatilice, 5 por ciento EM y 5 por ciento melaza, se agrega todo al recipiente y se mezcla hasta homogenizar, para luego llevarlo a incubación hermética por cinco días entre 25 °C y 37 °C, ya que fuera de estos rangos la velocidad de reproducción de estos microorganismos se reduce considerablemente. Se debe procesar en un recipiente cerrado para ofrecer un ambiente anaeróbico y la solución estará finalizada cuando alcance un pH de 3,5. Además, debe presentar un color café claro y un olor agridulce. A partir de ese momento el EM ya está Activado y pronto para utilizar. (Miyashiro y Meggs, 2007. Citado por Rojas, 2014).

2.7.6. Duración y conservación

El microorganismo eficiente activado tiene una duración aproximada de 6 meses a partir de la fecha de envasado, es conveniente almacenarlo en un lugar donde la temperatura sea constante, en la que haya poca variación de temperatura entre el día y la noche, y que sea fresco y oscuro y con poca luz. En el caso en que el EM presente mal olor, no deberá ser utilizado. Podría haber variaciones en la coloración (color té más oscuro o más claro) debido a la materia prima, no variando por ello la calidad del producto (MOA, 2003. Citado por Toloambo, 2012).

2.8. Cerámica Fitoprotectante

La Cerámica Fitoprotectante (nombre comercial: EM•CERAMICA® Fitoprotectante) contiene rocas diatomeas (roca sedimentaria silíceo formada por micro-fósiles de diatomeas), que son algas marinas unicelulares que secretan un esqueleto silíceo llamado frústula), activando las defensas naturales de la planta, (ficha técnica en anexo: figura 9.).

2.8.1. Composición

Arcilla natural compuesta por 88.15 por ciento de SiO₂ e inertes -1.85 por ciento (ficha técnica en anexo: figura 9.).

2.8.2. Beneficios

- Activa las defensas naturales (fitoalexinas) de las plantas, previniendo el ataque de plagas y enfermedades (ficha técnica).
- Permite que las plantas logren sobreponerse a los efectos del estrés biótico y abiótico.
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Promueve el desarrollo foliar, la óptima floración y fructificación de los cultivos.

III. MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

La investigación se realizó en el vivero de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, localizado en la Carretera a San José km 0.5; geográficamente ubicado en las coordenadas UTM: 18L 544858, 9077199 y a 146 msnm, con temperatura media anual de 26.5 °C; humedad relativa de 82.4 % y la precipitación pluvial media anual es de 1773 mm/año (IIA, 2013. Citado por Sáenz, 2015). Políticamente pertenece al Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali.

3.2. Descripción climatológica del área de estudio

Los datos climáticos (Cuadro 2), fueron obtenidos de la Estación Meteorológica Agrícola Principal de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), correspondientes a los meses de septiembre a noviembre del 2017, donde la temperatura varió de 22,8 °C a 32,7 °C con una media de 27,1 °C, mientras que la humedad relativa tuvo una media de 85,0 %, con una precipitación pluvial acumulada de 1 116,5 mm, y con mayores precipitaciones en el mes de Octubre con 349,6 mm.

Cuadro 2. Datos meteorológicos registrados en la “Estación Meteorológica Agrícola Principal de la UNU” (Septiembre - Noviembre 2017).

Meses de evaluación	TEMPERATURA ° C			Humedad Relativa (%)	Precipitación pluvial (mm)
	máxima	mínima	media		
Setiembre	31,3	22,8	27,1	84	30,3
Octubre	32,7	23,0	27,9	85	192,6
Noviembre	32,6	23,6	28,1	86	126,7
TOTAL	96,6	69,4	83,0	255,0	349,6
PROMEDIO	32,2	23,1	27,7	85,0	116,5

FUENTE: Estación Meteorológica agrícola principal de la Universidad Nacional de Ucayali (Septiembre - Noviembre 2017) - Ucayali.

3.3. Identificación y descripción del material experimental

El material experimental fueron los plantones de cacao de variedad “Común” y para la producción de estos plantones las semillas de cacao fueron extraídas de la parcela de cacao de seis años de edad, del Sr. Luis Alberto Murrieta Isuiza, identificado con DNI N° 21147452, para ello se seleccionó el fruto de las plantas con mayor producción y las que estaban libres de enfermedades. La parcela se encuentra ubicado en el Caserío Mojaral, distrito de Campo Verde. Del cual se evaluó el crecimiento, diámetro, área foliar y calidad de plantones.

3.4. Variables

Cuadro 3. Descripción de las Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTES				
Concentración de microorganismos eficaces con Cerámica Fitoprotectante	Es la proporción que existirá entre la cantidad de microorganismos eficaces y la cantidad de agua, a menor proporción de microorganismos eficaces diluidos en agua, menor será la concentración y a mayor proporción mayor será la concentración.	Cuatro concentraciones: 2% 4% 6% 8%	ml	Observación /experimental
DEPENDIENTES				
Crecimiento en Altura, Diámetro y Área foliar.	Es la capacidad que tiene un plantón para alcanzar un crecimiento vigoroso, en altura, diámetro y área foliar	Crecimiento en Diámetro Área Foliar Específica (AFE) Índice de Calidad de Dickson (ICD) Índice de lignificación (IL) Índice de robustez Relación Biomasa Seca Aérea/Biomasa Seca Radicular (R BSA/BSR)	cm mm (cm ² /g) (g/cm+g) % (cm/mm) g	Observación /experimental
Calidad de plantones	Se refiere a los plantones con desarrollo óptimo, sanos, bien formados, de tamaño apropiado en altura y diámetro de tallo, con una proporción balanceada entre la parte aérea y la raíz.			Observación /experimental
INTERVINIENTES				
Temperatura del ambiente	Se refiere al nivel de calor que tendrá el aire en el vivero en un momento específico.	Clima	°C	Observación /experimental
Temperatura del sustrato	Se refiere al nivel de calor que tendrá el sustrato dentro de las bolsas en un momento específico.	Clima	°C	Observación /experimental
Humedad relativa	Es la relación entre la cantidad de vapor de agua que tendrá la masa de aire y la máxima que podría tener.	Clima	%	Observación /experimental

3.5. Población y muestra

- La población fue un total 1000 plantones de cacao.
- La muestra estaba constituida por 277 plantones de cacao, según la siguiente fórmula aplicada:

$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z^2}$$

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

σ = desviación estándar de la población de 0,5.

Z = nivel de confianza al 95% (equivalente a 1,96).

e = error muestral al 5%

Reemplazamos:

$$n = \frac{1000 (0.5)^2 (1.96)^2}{(0.05)^2(1000 - 1) + (0.5)(1.96)^2} \quad n = 277$$

3.6. Tratamientos

Se aplicó cuatro tratamientos más un testigo, con 10 repeticiones cada uno.

Cuadro 4. Descripción de los Tratamientos.

TRATAMIENTOS	REPETICION	DESCRIPCION DE LAS CONCENTRACIONES DE MICROORGANISMOS EFICACES ACTIVADO CON CERAMICA FITOPROTECTANTE
T1	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10	Testigo
T2	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10	2% de Microorganismos Eficaces con 2% de Cerámica Fitoprotectante
T3	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10	4% de Microorganismos Eficaces con 2% de Cerámica Fitoprotectante
T4	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10	6% de Microorganismos Eficaces con 2% de Cerámica Fitoprotectante
T5	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10	8% de Microorganismos Eficaces con 2% de Cerámica Fitoprotectante

3.7. Recolección de datos

3.7.1. Fuentes de información

Se realizó una investigación primaria porque se midió las siguientes variables en campo: crecimiento en altura, diámetro, área foliar y calidad de plántones.

3.7.2. Unidad experimental y unidad de medición

La unidad experimental eran los plántones de cacao y la unidad de medición fue un plánton de cacao.

3.7.3. Tipo de muestreo

El muestreo fue probabilístico (aleatorio simple), porque todos los individuos, tuvieron las mismas posibilidades de ser elegidos y esto aseguró que la muestra extraída cuente con representatividad. Para ello se realizó un sorteo con papeles enumerados y se sacó uno a uno, hasta que se completó el número del tamaño de muestra.

3.7.4. Técnicas para la recolección de los datos

a. Fase campo

- **Selección de la planta madre**

Se seleccionó dentro de la plantación, las plantas más robustas, con mayor producción y las que estaban libres de enfermedades.

- **Selección del fruto**

Se extrajeron las mazorcas grandes, sanas y en buen estado de madurez, del tronco o de las ramas primarias, pues ellas dan semillas uniformes y más vigorosas (ver anexo, figura 14).

- **Selección de la semilla y desmucilaginado.**

Se abrió la mazorca evitando dañar la semilla; luego se dividió en tres partes; se seleccionó los granos más vigorosos que se encontraban en el tercio medio de la mazorca y se desechó las semillas de los tercios extremos. Posteriormente se eliminó el mucilago a través de la frotación con aserrín, luego fueron oreadas bajo sombra durante 8 horas (ver anexo, figura 14).

b. Fase vivero

- **Preparación del sustrato**

Para la preparación del sustrato se utilizó los siguientes componentes y proporciones: tres de suelo agrícola + dos de materia orgánica (gallinaza) + uno de arena, para lo cual se tamizó cada uno de los componentes, en una zaranda con malla metálica de 0.5 cm x 0.5 cm. Luego se midió las cantidades según las proporciones, para el cual se utilizó 12 carretillas de tierra negra, ocho de arena y cuatro de materia orgánica, posteriormente con la ayuda de una pala recta se procedió a mezclar los componentes del sustrato, hasta obtener una mezcla homogénea (ver anexo, figura 14).

- **Llenado de bolsas**

Las bolsas que se utilizaron fueron de Polietileno, color negro, de 24 cm de alto, 14 cm de ancho y 0,1 mm de grosor (kilo y medio), con agujeros distribuidos en la base de la bolsa para el drenaje. Una vez listo el sustrato se llenaron las bolsas hasta la mitad soltándola de las manos suavemente contra el suelo repetidas veces a una altura aproximada de 10 cm hasta completar el llenado, esta labor se realizó con la finalidad de hacer un asentado uniforme del contenido, de modo que no quedó excesivamente suelta (ver anexo, figura 11).

- **Acomodado de bolsas**

Finalmente se llenó un total de 1000 bolsas y se acomodaron en cincuenta bloques, con 20 bolsas por cada repetición de los cinco tratamientos. El distanciamiento entre cada bloque fue de 40 cm, con un área aproximadamente de cuatro metros de frente x ocho metros de fondo (ver anexo, figura 12).

- **Activación Microorganismos eficaces (nombre Comercial EM•1®)**

En un balde de 20 litros (100%) de plástico se añadió 18 litros de agua sin cloro (90 %), un litro de melaza (5 por ciento) y un litro de EM•1® (5 por ciento), luego se mezcló hasta homogenizar, posteriormente se colocó la mezcla en un galón (20L) de plástico limpio, se cerró herméticamente (sin aire) y se dejó reposar por dos semanas en un ambiente bajo sombra. Pasada las dos semanas se revisó el galón donde se encontraban los microorganismos eficientes y este presentaba un color café claro, un olor agrídulce (a jugo de caña) y sabor ácido, a partir de ese momento el EM ya estaba activado y listo para utilizar (ver anexo, figura 13).

- **Pre-germinado de semillas**

En una cama de aserrín húmedo de 1m², se colocó una cierta cantidad semilla y sobre ellas se colocó dos cm de grosor de aserrín húmedo, se repitió el mismo procedimiento formando varias capas hasta cubrir todas las semillas, luego se cubrió toda la cama con hoja de plátano. Se pre-germino un total de 1055 semillas, equivalente a tres Kg de semillas, porque un Kg contiene aproximadamente 350 semillas, esto dependerá del tamaño y el peso (una semilla puede pesar 2,82 g y medir de 2.5 a 3 centímetros aproximadamente). Se revisó diariamente para extraer las semillas germinadas y se registró en el formato respectivo ver anexo, figura 16).

- **Siembra**

Se realizó por la mañana de forma manual, haciendo un hoyo del tamaño de la semilla (2.5 a 3 centímetros aproximadamente) en el centro de la bolsa y se colocó la semilla con la radícula (media de 2 a 5 milímetros aproximadamente) hacia abajo, con mucho cuidado para que no se dañe; luego se cubrió con una ligera capa de sustrato (ver anexo, figura 17).

- **Determinación de concentraciones de Microorganismos Eficaces (nombre Comercial EM•1®) por cada tratamiento**

Se determinó trabajar con el 2, 4, 6 y 8 por ciento de microorganismos eficaces (ver ficha técnica en figura 8 del anexo), debido a que Merino (2013), menciona en su investigación que dosis mayores al 10 % causan cierto grado de toxicidad en las plantas, lo cual se refleja con una disminución en su crecimiento. Para ello se calculó con regla de tres simples, los porcentajes en base a cinco litros, equivalente al 100 %. Obteniendo las siguientes cantidades a usar por cada tratamiento: (a) Tratamiento dos: 100 ml (al 2 por ciento), (b) tratamiento tres: 200 ml (al 4

por ciento), (c) tratamiento cuatro: 300 ml (al 6 por ciento) y (d) Tratamiento Cinco: 400 ml (al 8 por ciento). Se calculó con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}5 \text{ litros} &= 100 \% \\x &= 2 \% \\x &= 0.1 \text{ litro} \rightarrow 100 \text{ ml}\end{aligned}$$

- **Determinación de concentración de Cerámica Fitoprotectante (nombre Comercial EM•CERAMICA® Fitoprotectante) por cada tratamiento**

Se determinó trabajar con el 2 por ciento de un kilo, según las indicaciones de la ficha técnica (ver anexo 2) del producto es recomendable trabajar al 1 o 2 por ciento del total del producto. Por ello se utilizó 20 g para el tratamiento dos, tres cuatro y cinco a excepción del tratamiento uno que no se aplicó nada porque fue el testigo. Se calculó con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}1 \text{ kilo} &= 100 \% \\x &= 2 \% \\x &= 0.02 \text{ kilo} \rightarrow 20 \text{ gramos}\end{aligned}$$

- **Aplicación de Microorganismos Eficaces (nombre Comercial EM•1® con Cerámica Fitoprotectante (nombre Comercial EM•CERAMICA® Fitoprotectante) por cada tratamiento**

Como las concentraciones ya estaban determinadas para cada tratamiento, se iniciaba aplicando el tratamiento dos, para el cual se cuantificaba 200 ml de microorganismos eficaces activado en una jarra graduada de 500 ml, una vez cuantificado se añadió a una mochila de fumigar (10 litros), luego se añadió los 20 g de Cerámica Fitoprotectante y finalmente se agregó agua hasta completar los 5 litros, luego se movía hasta homogenizar, la mezcla se aplicaba como riego a los plantones mojando bien las hojas y el sustrato. Este mismo procedimiento se repitió tres veces, hasta terminar la aplicación de todos los tratamientos, cada uno con sus respectivas concentraciones determinadas anteriormente. Las aplicaciones comenzaban a las 7:00 a.m, y terminaban aproximadamente a las 9:00 a.m se realizaron tres veces por semana (los días lunes, miércoles y viernes) durante todo el proceso de evaluación, (ver anexo, figura 18).

- **Riego**

Se regaba aproximadamente 60 litros de agua con una manguera (5 metros) en forma de lluvia, evitando dañar las plantas y perder el suelo de las bolsas, una vez al día, de 7:00 a 7:10 a.m, pero en días extremadamente soleados se regaba también por la tarde. Los días lunes,

miércoles y viernes solo se regaba al tratamiento uno y en días lluviosos no se realizó riego.

- **Control de malezas**

Se eliminó de forma manual las malezas que se desarrollaron en las bolsas y también en las calles. El deshierbo se realizó semanalmente, después del riego.

- **Control de plagas**

Algunos plantones a los 59 días después de la siembra, presentaron ataque de saltamontes (Caelíferos) que cortaron el ápice, pero se controló la incidencia con una sola aplicación de un repelente orgánico preparado a base de 500 ml de ají molido, 200 ml de ajo molido y un litro de microorganismos eficaces activado, todo esto se añadió en una mochila de fumigar y se agregó agua hasta completar 5 litros, y se aplicó asperjando con mochila sobre todos los plantones.

- **Análisis físico-químico del sustrato**

Una muestra (1 kilo) del sustrato empleado como sustrato, se envió al laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina, para su respectivo análisis físico-químico (ver anexo, figura 19).

- **Análisis Nutricional de microorganismos eficaces activado**

Una muestra (1 litro) de microorganismos eficaces activado, se envió al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para respectivo análisis Nutricional (ver anexo, figura 20).

c. Evaluación de variables en vivero

La primera medición de las variables en estudio se realizó a los 24 días después de la siembra y por cada repetición se seleccionó cinco plantones al azar (del centro para evitar el efecto de los bordes) y se evaluó las siguientes variables:

- **Porcentaje de germinación**

Se contó el número de semillas germinadas diariamente y se determinó el porcentaje de germinación con el total de semillas germinadas. Los resultados fueron registrados en el formato respectivo (ver anexo, cuadro 12).

- **Diámetro**

Antes de iniciar la medición, con un plumón indeleble se hizo una marca en la zona donde se observó una clara diferenciación de color entre el tallo y la raíz, a cada uno de los plantones a evaluar, con la finalidad de realizar la medición siempre del mismo lugar y así evitar sesgos. Luego con un vernier en aproximación a decimas de milímetros, se realizó la medición de

diámetro en la marca indicada (ver anexo, figura 22). Se evaluó cada 7 días y los resultados fueron registrados en el formato respectivo (ver anexo, cuadro 14).

- **Altura de planta**

La medición se realizó con una regla de metal graduada en centímetros, desde la marca indicada en el anterior procedimiento hasta el ápice de la yema terminal (ver anexo, figura 23). Se evaluó cada 7 días y los resultados fueron registrados en el formato respectivo (ver anexo, cuadro 13).

d. Evaluación de variables en laboratorio

Al finalizar las evaluaciones en vivero, se procedió a extraer 10 plantas al azar, por cada tratamiento (1 planta por cada repetición), se evaluó las siguientes variables:

- **Área Foliar Específica (AFE)**

Se empleó el siguiente método de Richard. 1969. Citado por Sáenz, 2015, donde, primero se pesó el follaje de cada planta y luego se dibujaron las siluetas de todas las hojas de la planta en papel milimetrado (ver anexo, figura 24), cortándose luego cuidadosamente con bisturí, seguidamente se pesó todas juntas en una balanza gramera. Después se cortó un centímetro cuadrado del mismo papel (1 cm²) y se pesó, luego se calculó el área foliar por regla de tres simple, con el peso del papel de 1 cm² y el peso que representa al total de hojas dibujadas de la planta. Finalmente para hallar en área foliar específica, los datos fueron reemplazados en la fórmula (1). Los datos del área foliar específica fueron registrados en el formato respectivo (ver anexo, cuadro 15).

Se estimó con la fórmula.....(1)

$$AFE = \frac{\text{Área foliar (cm}^2\text{)}}{\text{Peso de follaje (g)}}$$

- **Peso fresco de la parte aérea y de la raíz**

Con una tijera de una mano se separó la parte aérea de la parte radicular, luego ambas partes (biomasa aérea y biomasa radicular) fueron pesadas una por una en una balanza digital a una precisión de centésima de gramo (ver anexo, figura 25). Se evaluó a los 80 días después de la siembra y los resultados fueron registrados en el formato respectivo (ver anexo, cuadro 16).

- **Peso seco de la parte aérea y de la raíz**

Se colocaron las muestras dentro de bolsas de papel kraf, y se procedió al secado en la estufa, por un periodo de 72 horas a una temperatura de 70 °C. Finalmente se calculó el peso seco de ambas partes de la planta en una balanza digital a una precisión de centésima de gramo (ver anexo, figura 26). Se evaluó a los 80 días después de la siembra y los resultados fueron registrados en el formato respectivo (ver anexo, cuadro 16).

e. Determinación de los índices de calidad

Con los datos de las variables anteriormente señaladas, se determinó los siguientes índices de calidad para los plántones de Cacao (ver datos en anexo, cuadro 19):

- **Índice de Robustez (IR)**

Se estimó con la fórmula.....(2)

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raíz (mm)}}$$

- **Índice de Lignificación (IL)**

Se estimó con la fórmula.....(3)

$$IL = \left[\frac{\text{Peso seco total (g)}}{\text{Peso humedo total (g)}} \right] 100$$

- **Relación Biomasa seca aérea / biomasa seca raíz (R BSA/BSR)**

Se estimó con la fórmula.....(4)

$$R \text{ BSA/BSR} = \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca raíz (g)}}$$

- **Índice de Calidad de Dickson (ICD)**

Se estimó con la fórmula.....(5)

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Biomasa seca aerea (g)}}{\text{Biomasa seca raíz (g)}}}$$

3.8. Procesamiento de los datos

El diseño empleado fue Diseño Completamente al Azar (DCA), cinco tratamientos que incluyen al testigo con diez repeticiones, 50 unidades experimentales con 20 plántones cada uno (ver anexo, figura12). Los datos fueron sometidos al análisis de varianza, conforme fue observado el efecto significativo de los tratamientos, se aplicó el análisis de medias con la prueba del rango múltiple de Tukey (p≤0.05), con el auxilio del programa computacional SSPS, version 21.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de plántones de *Theobroma cacao*

Previo a la evaluación de altura de los plántones de cacao, se registró el proceso de germinación, así mismo para la germinación se acondicionó las semillas de cacao en una cama pre-germinadora. El mayor porcentaje de germinación se alcanzó al tercer día después de colocarlas en la cama pre-germinadora con un 45,59 % de germinación (ver anexo, figura 21). La emergencia de los cotiledones (etapa fosforito) se produjo a partir de los ocho días de la siembra, uniformizándose hasta los 15 días en todos los tratamientos. Asimismo Adriazola, 2003. Citado por Merino, 2013, menciona que la germinación es irregular y el mayor porcentaje de germinación se realiza de los 8 a 12 días después de la siembra. Además en lo referente al índice de Czabator el 80,3 % es indicador de un buen vigor germinativo y estudios afirman que un elevado vigor es sinónimo de una elevada tasa de crecimiento (Adu et al., 2017. Citado por López y Gil. 2017). Por lo tanto los resultados encontrados con el presente estudio son superiores obteniendo un 99,05% de germinación.

A los promedios de la altura de plántones de cacao evaluados desde los 24 días hasta los 80 días después de la siembra, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), donde se muestra que los tratamientos (diferentes concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante) no presentan significancia hasta los 45 días después de haber realizado la siembra en bolsas, pero a partir de los 52 días causaron efectos significativos según la prueba de F al 5 % de probabilidad, donde los tratamientos: T2, T3, T4 y T5 influyen de manera positiva en el crecimiento en altura de plántones de *Theobroma cacao* (ver anexo, cuadro 20-28).

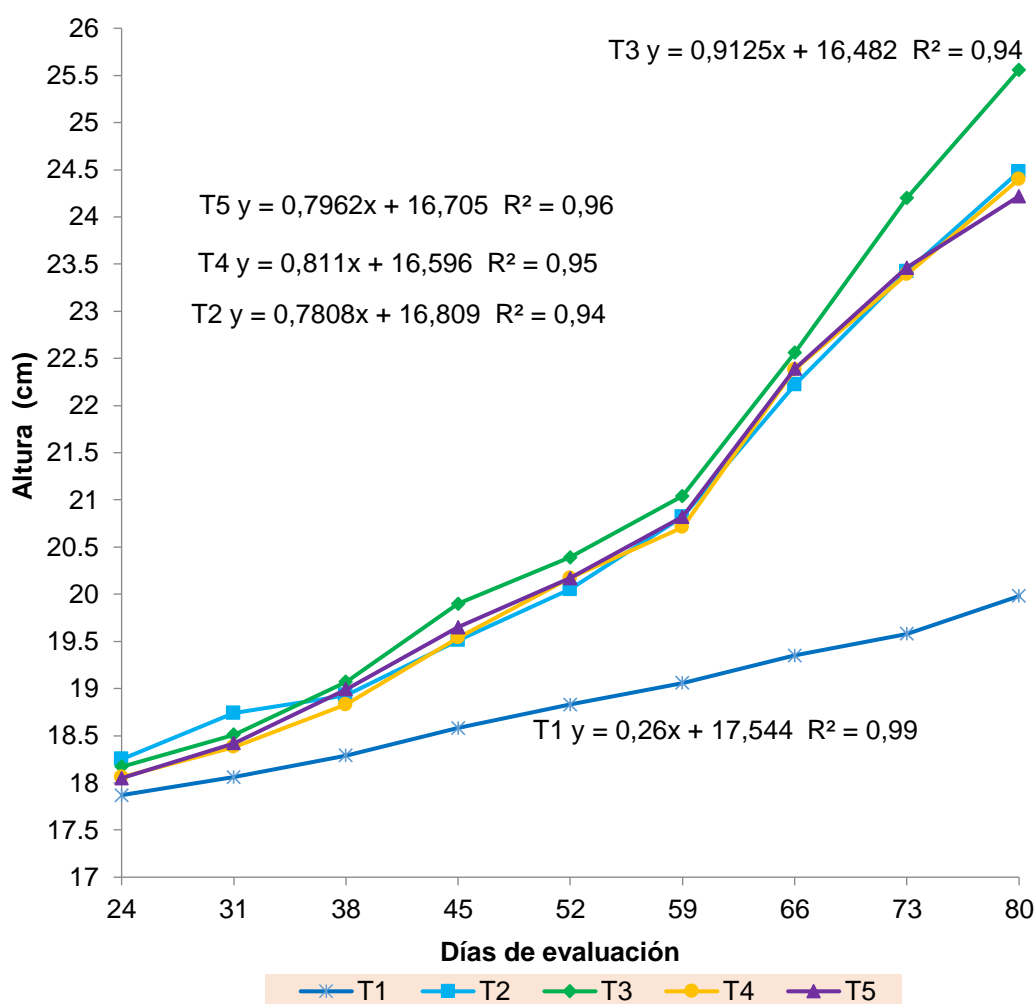
Cuadro 5. Prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$), para la variable altura (cm) de *Theobroma cacao* para los días evaluados.

Altura de plántones (cm)									
Tratamientos	Días evaluados								
	24	31	38	45	52	59	66	73	80
T1	17.87 a	18.06 a	18.29 a	18.58 a	18.83 a	19.06 a	19.35 a	19.58 a	19.98 a
T2	18.25 a	18.47 a	18.93 a	19.51 a	20.05 b	20.82 b	22.22 b	23.42 b	24.48 b
T3	18.17 a	18.51 a	19.07 a	19.9 a	20.39 b	21.04 b	22.56 b	24.1 b	25.56 b
T4	18.06 a	18.38 a	18.83 a	19.54 a	20.17 b	20.71 b	22.38 b	23.39 b	24.4 b
T5	18.05 a	18.42 a	18.99 a	19.65 a	20.17 b	20.82 b	22.39 b	23.46 b	24.22 b

Letras iguales en la misma columna no son significativas según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidad

T1 (Testigo); T2 (100 ml de EM + 20 g de CF); T3 (200 ml de EM + 20 g de CF); T4 (300 ml de EM + 20 g de CF); T5 (400 ml de EM + 20 g de CF)

En el cuadro 5, se puede apreciar que a los 24 días después de la siembra el tratamiento T1 inicia con 17.87 cm de altura, mientras que los demás tratamientos T2, T3, T4 y T5 inician con: 18.25, 18.17, 18.06 y 18.05 cm respectivamente, a partir de esa fecha se aplicó las concentraciones de Microorganismos Eficaces (EM) con Cerámica Fitoprotectante a los tratamientos T2, T3, T4 y T5, los cuales mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), a partir de los 52 días hasta los 80 días de evaluación, alcanzando; 24.48; 25.56, 24.4; y 24.22 cm de altura respectivamente. En cuanto al T1, solo alcanzó 19.98 cm. Al respecto Martínez, 2004. Citado por Merino, 2013, manifiesta que el efecto benéfico de los abonos en las plantas se manifiesta después de los 30 días de su aplicación. En ese sentido se puede afirmar que el efecto de Microorganismos, se evidencia notoriamente a partir de los 28 días después de la primera aplicación



T1 (Testigo); T2 (100 ml de EM + 20 g de CF); T3 (200 ml de EM + 20 g de CF); T4 (300 ml de EM + 20 g de CF); T5 (400 ml de EM + 20 g de CF)

Figura 1. Crecimiento en altura de plántulas de *Theobroma cacao* durante los días evaluados.

En la figura 1, se presenta los resultados promedios del crecimiento en altura de los plantones de *Theobroma cacao*, los que fueron evaluados desde los 24 hasta los 80 días después de la siembra de semillas en vivero, donde todos los plantones a los 24 días después de la siembra tuvieron una altura promedio de 18.08 cm; sin embargo a partir de los 52 días, se observa que los tratamientos T2, T3, T4 y T5, superan en crecimiento al tratamiento T1, siendo el tratamiento T3 ligeramente mayor con 25.56 cm de altura a los 80 días, dicho tratamiento (200 ml de microorganismos eficaces activado + 20 gr de cerámica fitoprotectante). Esto concuerda con Merino (2013), quien demostró que los tratamiento bocashi + MEC® (Microorganismos eficientes), Gaicashi + MEC® y Compost + MEC®, registran los mayores promedios para la altura a los 112 días después de la siembra de semillas de *Theobroma cacao*, para lo cual muestra un promedio de 29.01, 27, 28 cm respectivamente, respecto al testigo que obtuvo un promedio de 20.03 cm. Por su parte Rodríguez (2013), realizo estudio, sobre las características fenotípicas en cacao (*Theobroma cacao*) en vivero con fundas de 15 x 20 cm (6 x 8 pulgadas) similares al tamaño utilizado, obteniendo una altura promedio de 23 cm a los 75 días. Este resultado es más bajo que lo obtenido por Macías (2013), con 27.78 cm de altura los 90 días después de la siembra, con fundas de 1.5 kg. Los resultados obtenidos fueron aceptables de acuerdo al promedio de altura que obtuvieron los autores antes mencionados.

Por todo lo expuesto cabe indicar que el resultado del análisis fisicoquímico del sustrato empleado para los tratamientos (ver anexo, figura 19), muestra que tiene una textura franco, con pH ligeramente alcalino, con un nivel bajo de materia orgánica, nitrógeno y de potasio, un nivel alto de fósforo, contenido alto de magnesio y calcio, y un contenido medio de potasio intercambiable, estas características físicas no son muy óptimas para el cultivo de cacao. Sin embargo en el estudio realizado se obtuvo un buen promedio en altura, esto puede atribuirse a que los microorganismos eficaces es una mezcla de tres grupos de microorganismos: Bacterias fototróficas (*Rhodopseudomonas* spp.), Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* spp.) y Levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), los cuales incrementan la disponibilidad de nutrientes para las plantas, y aportan sustancias benéficas como hormonas, aminoácidos y sustancias antioxidantes producidas por los mismos microorganismos, además mejoran la estructura del suelo y compiten con patógenos por espacio y alimento, disminuyendo de esta manera las poblaciones de patógenos en el suelo (EMPROTEC. 2017).

4.2. Diámetro de plántones de *Theobroma cacao*

Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), al crecimiento en diámetro de plántones de *Theobroma cacao*, desde los 24 días hasta los 80 días después de la siembra, en función de a los tratamientos, en cada periodo de evaluación. De este modo, se observa que en las evaluaciones realizadas a los 52, 59, 66, 73 y 80 días, los T2, T3, T4 y T5, provocaron efectos significativos sobre el diámetro (ver Anexo, cuadro 29-37).

Cuadro 6. Prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$), para la variable diámetro (mm) de *Theobroma cacao* para los días evaluados.

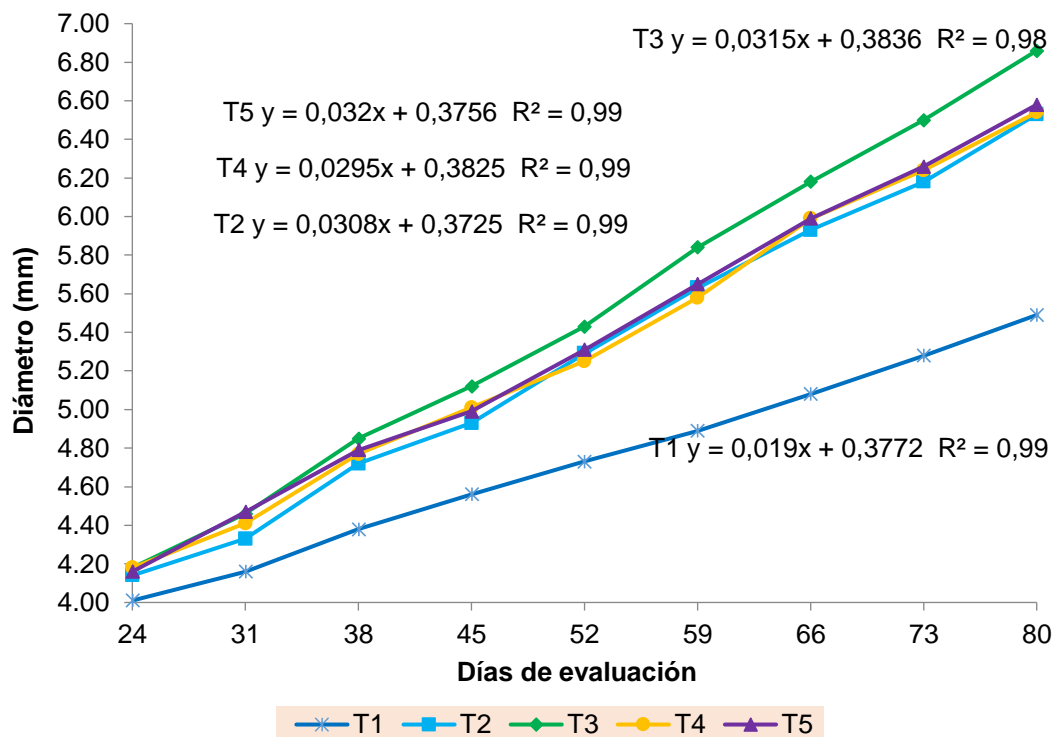
Diámetro de plántones (mm)									
Tratamientos	Días evaluados								
	24	31	38	45	52	59	66	73	80
T1	4.01 a	4.16 a	4.38 a	4.56 a	4.73 a	4.89 a	5.08 a	5.28 a	5.49 a
T2	4.14 a	4.33 a	4.72 a	4.93 a	5.29 b	5.63 b	5.93 b	6.18 b	6.53 b
T3	4.18 a	4.46 a	4.85 a	5.12 a	5.43 b	5.84 b	6.18 b	6.5 b	6.86 c
T4	4.18 a	4.41 a	4.77 a	5.01 a	5.25 b	5.58 b	5.99 b	6.24 b	6.54 b
T5	4.16 a	4.47 a	4.79 a	4.99 a	5.31 b	5.65 b	5.99 b	6.26 b	6.58 b

Letras iguales en la misma columna no son significativas según la prueba de Tukey a 5 % de probabilidad

T1 (Testigo); T2 (100 ml de EM + 20 g de CF); T3 (200 ml de EM + 20 g de CF); T4 (300 ml de EM + 20 g de CF); T5 (400 ml de EM + 20 g de CF)

Comprobada las diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para la variable crecimiento en diámetro de plántones de *Theobroma cacao*, se aplicó la prueba de Tukey para encontrar diferencias entre todos los tratamientos, en donde se determinó que todos los tratamientos no provocaron diferencias significativas sobre el diámetro hasta los 45 días después de la siembra, pero a partir de los 52 días se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, esa misma tendencia se muestra hasta los 80 días, siendo los tratamientos T2, T3, T4 y T5 los que tuvieron mejores resultados: 6.53, 6.86, 6.54 y 6.58 mm respectivamente, en cuanto al T1, obtuvo solo un valor de 5.49 mm. Estudio similar fue realizado por Merino (2013), quien demostró que los tratamientos bocashi + MEC® (Microorganismos eficientes), Gaicashi + MEC® y Compost + MEC®, registran los mayores promedios para la diámetro a los 112 días después de la siembra de semillas de *Theobroma cacao*, para lo cual muestra un promedio de 7.4, 7.2 y 6.8 milímetros respectivamente, respecto al testigo que obtuvo un promedio de 5.6 milímetros. Sin embargo los resultados obtenidos son mayores, a los obtenidos con plántones de cacao que fueron propagados por un periodo de 80 días, esto se puede atribuirse a que los plántones evaluados por el autor antes mencionado, tienen 22 días más de diferencia. Lo cual se corrobora con los resultados obtenidos por Rodríguez (2013), quien obtuvo un diámetro promedio 3 mm en plántones de cacao a los 75 días.

Por otro lado Schinelli. 2002. Citado por Sáenz. 2015, afirma, que el diámetro de cuello es el parámetro que generalmente se relaciona con la cantidad de reservas con que cuenta la planta, para iniciar su crecimiento luego de ser plantada, por lo cual; cuanto mayor sea éste, también lo será el crecimiento inicial en plantación. Así mismo Prieto, et al. 2009. Citado por Sáenz. 2010, menciona que el diámetro es la característica de calidad más importante, que permite predecir la supervivencia de la planta luego después de haber realizado la plantación en campo definitivo, por lo que se asocia con el vigor y la supervivencia de la plantación.



T1 (Testigo); T2 (100 ml de EM + 20 g de CF); T3 (200 ml de EM + 20 g de CF); T4 (300 ml de EM + 20 g de CF); T5 (400 ml de EM + 20 g de CF)

Figura 2. Crecimiento en diámetro de plántones de *Theobroma cacao* durante los días evaluados.

Finalmente en cuanto al crecimiento en diámetro de los plántones de cacao a los 80 días, el tratamiento T1 es inferior a los demás T2, T4 y T5, sin embargo el tratamiento T3 (6.86 mm) presenta una diferencia significativa alta sobre la variable diámetro. Por lo tanto Mexal y Landis.1990. Citado por Sáenz. 2010, afirman que se logra una supervivencia alta (> 80%), cuando las plantas tienen de 5 a 6 mm de diámetro. Además las plantas con diámetro mayor a 5 mm, son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva, pero esto varía de acuerdo a las especies). Esto coincide con Davide y Faria. 2008. Citado por Abanto. 2016, que indican que

plantas que presentan diámetro basal menor que 3 mm son fácilmente dañados por hormigas y por lluvias torrenciales. En este sentido se puede considerar que el promedio de diámetro de los plantones de cacao producidos con la incorporación de concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante, están dentro de los rangos establecidos y discutidos por los autores antes mencionados.

4.3. Área foliar específica (AFE)

En el cuadro 40 del anexo, se presenta el análisis de variancia para el área foliar específica de plantones de *Theobroma cacao*, realizado a los 80 días después de la siembra, donde se determinó que hubo efectos significativos ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos.

Por otro lado en el cuadro 7. Se puede observar que los tratamientos fueron analizados estadísticamente por medio de la prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable Área Foliar Específica se encontraron diferencias significativas entre todos los tratamientos. Demostrando que el T3 tuvo mayor influencia para dicha variable entre todos los tratamientos estudiados con 90.77, seguido por el tratamiento T2 con 76.53. Los tratamientos que tuvieron menor influencia en esta variable fueron el T4 y T1 con 49.59 y 49.32 respectivamente.

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias de los sustratos con respecto al índice de área foliar específica de plantones de *Theobroma cacao* (Tukey $\alpha = 0.05$).

Tratamientos	AFE	Significancia
T1 (Testigo)	49.32	a
T2 (100 ml de EM + 20 g de CF)	76.53	b
T3 (200 ml de EM + 20 g de CF)	90.77	c
T4 (300 ml de EM + 20 g de CF)	49.59	a
T5 (400 ml de EM + 20 g de CF)	56.63	b

Letras distintas indican diferencias significativas, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

EM: microorganismos eficaces; CF: cerámica fitoprotectante.

En la figura 3. Se observa que el T3 obtuvo el máximo valor de 90.77 en área foliar específica. Estos resultados son importantes debido a que un incremento en el área foliar específica, implica que la hoja invierte menos biomasa por unidad de área (Mello, 2006). Es decir el área foliar total de las plantas influye en la capacidad de las hojas para interceptar la radiación fotosintéticamente activa, la cual es utilizada como fuente de energía para la elaboración de compuestos alimenticios y formación de tejidos. Así mismo el tratamiento T2 tiene comportamiento similar con un valor de 76.53, por lo tanto se puede decir que la cantidad de concentración de microorganismos eficaces utilizados en el T3 y T2, provocan una influencia significativa sobre el área foliar específica de las

plantas de cacao a los 80 días después de la siembra de semillas de cacao, mientras que las concentraciones de microorganismos eficaces utilizados en el T4 y T5, provocan una disminución del área foliar, puede ser debido a que se utilizó mayor porcentaje de concentraciones los cuales causan una cierta toxicidad. Finalmente se puede decir que la aplicación de microorganismos al follaje fortalece y estimula el desarrollo de las plantas, además mejoran la síntesis de nutrientes y en general la actividad fotosintética de las plantas. Esto lo confirma Silva, 2009. Citado por Toloambo, 2012, que menciona, los microorganismos eficaces Incrementan la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

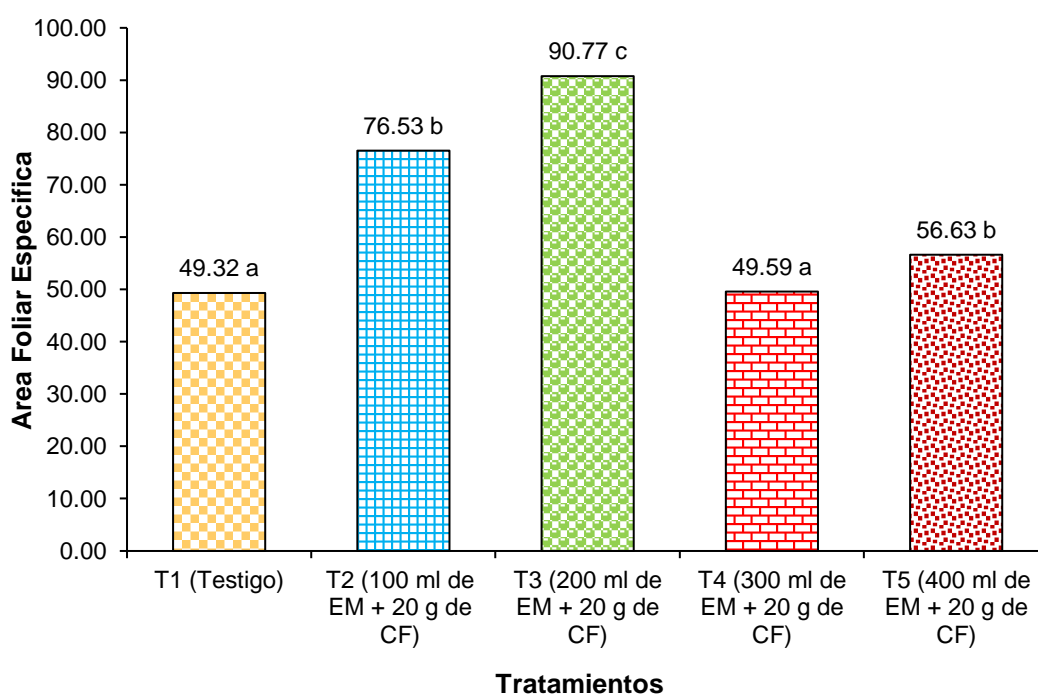


Figura 3. Área foliar específica de plantones de *Theobroma cacao*, a los 80 días después de la siembra de semillas.

4.4. Índices de calidad

Se aplicó el análisis de variancia para las variables Índice de Robustez (IR), Índice de Lignificación (IL), Relación Biomasa Seca Aérea/Biomasa Seca Radicular (R BSA/BSR) e índice de Calidad de Dickson (ICD) de plantones de *Theobroma cacao*, realizado a los 80 días después de la siembra (ver anexo, cuadro 38, 39, 41 y 42), donde se puede observar que no hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos. Los índices evaluados ayudaran a determinar los valores de medida para identificar la calidad de plantones. Así mismo Leyva *et al.* 2008. Citado por Sáenz, 2015, afirma que para lograr plantas de calidad se deben desarrollar técnicas culturales que inicia desde el vivero, el tipo de sustrato, el tipo de contenedor y la calidad de las semillas. Siendo el sustrato un factor importante en la obtención de plantas de calidad.

4.4.1. Índice de Robustez (IR)

Los resultados de los tratamientos analizados estadísticamente por medio la prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) no determino diferencias significativas entre los tratamientos para la variable Índice de Robustez de plántones de *Theobroma cacao*, este resultado indica que ningún tratamiento tuvo influencia en dicha variable. Así que todos los tratamientos, alcanzaron valores similares por debajo de 6, siendo los tratamientos T3, T2 y T4 los más altos con 3.76, 3.75 Y 3.73, seguido de los tratamientos T1 y T5 con 3.64 Y 3.69 (Cuadro 8 y Figura 4).

Cuadro 8. Prueba de comparación de medias de los tratamientos con respecto al índice de robustez, de plántones de *Theobroma cacao* (Tukey $\alpha = 0.05$).

Tratamientos	IR	Significancia
T1 (Testigo)	3.64	a
T2 (100 ml de EM + 20 g de CF)	3.75	a
T3 (200 ml de EM + 20 g de CF)	3.76	a
T4 (300 ml de EM + 20 g de CF)	3.73	a
T5 (400 ml de EM + 20 g de CF)	3.69	a

Letras distintas indican diferencias significativas, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

EM: microorganismos eficaces; CF: cerámica fitoprotectante.

Rodríguez, 2008. Citado por Saenz, 2010, menciona que el valor del índice de robustez debe ser menor a seis e indica que se trata de arbolitos que están asociados a una mejor calidad de la planta e indica que es más robusta y con tallo vigoroso, aptos para sitios con limitación de humedad, en cambio valores superiores a seis indican una desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro, como pueden ser tallos elongados con diámetros delgados, que los dispone a los daños por viento y sequía. Por lo tanto los valores obtenidos en esta investigación son favorables en todos los tratamientos, porque se encuentra dentro del rango aceptable. Sin embargo, para la especie *Theobroma cacao* aún no existen rangos de robustez establecidos por lo que estos índices menores a seis son un buen indicador del vigor de las plantas, esto puede atribuirse al efecto de la concentración de microorganismos eficaces, el cual favoreció de manera positiva a los plántones.

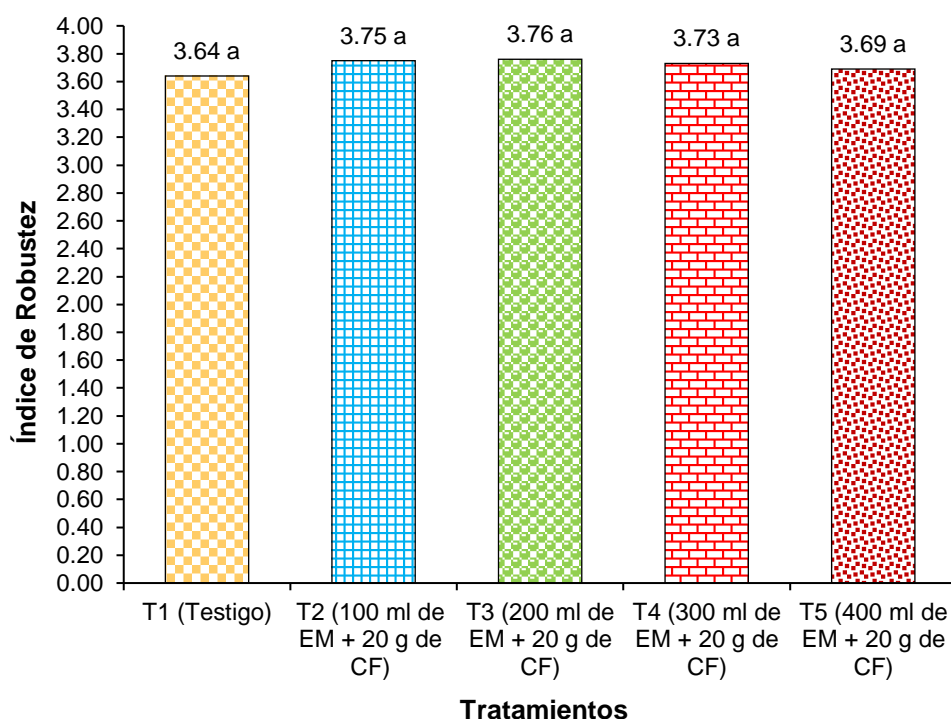


Figura 4. Índice de robustez de plantones de *Theobroma cacao*, a los 80 días después de la siembra de semillas.

4.4.2. Índice de Lignificación (IL)

En el cuadro 9, se observa los resultados de los tratamientos analizados estadísticamente por medio la prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$), no se encontraron diferencias significativas para la variable Índice de Lignificación de plantones, lo cual indica que ningún tratamiento tuvo influencia en dicha variable.

Cuadro 9. Prueba de comparación de medias de los tratamientos con respecto al índice de lignificación, de plantones de *Theobroma cacao* (Tukey $\alpha = 0.05$).

Tratamientos	IL	Significancia
T1 (Testigo)	30.54	a
T2 (100 ml de EM + 20 g de CF)	30.80	a
T3 (200 ml de EM + 20 g de CF)	33.24	a
T4 (300 ml de EM + 20 g de CF)	33.68	a
T5 (400 ml de EM + 20 g de CF)	32.25	a

Letras distintas indican diferencias significativas, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)
EM: microorganismos eficaces; CF: cerámica fitoprotectante.

En la figura 5, se observa que los tratamientos T4 y T3 presentaron mayor lignificación con 33.68 % y 33.24 % respectivamente, seguido de T5 con (32.25 %), frente a los otros dos tratamientos T2 con 30.80 % y T1 con 30.54 %. Cabe

mencionar que la lignificación de las plantas está estrechamente relacionado con el contenido de humedad del sustrato, lo que muestra que no sufre de estrés hídrico, ya que a mayor lignificación la planta es más resistente a daños físicos (Mc Tiernan *et al.* 2003. Citado por Orozco *et al.* 2010). Por ende no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, porque se utilizó un tipo de sustrato para todos.

Asi mismo Orozco *et al.* (2010), realizaron un estudio con sustratos orgánicos empleando diferentes tamaños de envases y en diferentes viveros, determinando el índice de lignificación para las siguientes especies tepemezquite y guaje rojo, fue de 30.80 y 24.18, respectivamente, los cuales son altos, mientras que las especies rosa morada y cedro rojo el índice de lignificación para ambas especies fue aceptable con 20.28% y 21.77% respectivamente, lo que significa que estuvieron sometidas a un estrés hídrico bajo. En ese sentido se puede afirmar que la especie *Theobroma cacao* alcanzó un alto índice de lignificación, probablemente se debió al buen manejo del riego en la etapa de vivero. Cabe recalcar que un bajo índice de lignificación está estrechamente relacionada con la humedad del sustrato, por lo tanto plantas con altos índices de lignificación poseen mayor adaptación en terreno definitivo, ya que a mayor lignificación la planta es más resistente a daños físicos.

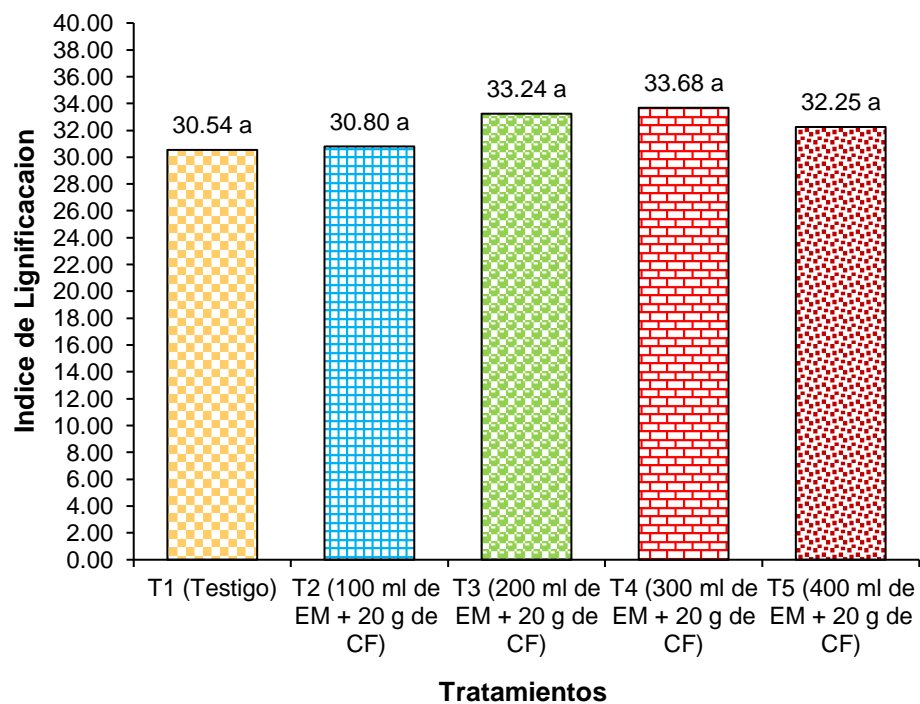


Figura 5. Índice de lignificación de plántones de *Theobroma cacao*, a los 80 días después de la siembra de semillas.

4.4.3. Relación Biomasa Seca Aérea/Biomasa Seca Radicular (RBSA/BSR)

En el cuadro 10. Se observa que los tratamientos analizados estadísticamente por medio de la prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$), no se encontraron diferencias significativas para la variable BSA/BSR de plántones. Según Owston (1990) citado por Abanto et al. (2016), mencionan que una buena distribución entre la materia seca aérea y la materia seca de las raíces es de fundamental importancia para la sobrevivencia de las plantas cuando son plantadas en el campo definitivo. Así, todas las prácticas culturales en el vivero deben promover la mayor acumulación de materia seca en las raíces. En relación a la materia seca total Gomes et al. (2003) mencionan que esta constituye un buen indicador de la capacidad de resistencia de las plantas en condiciones de campo definitivo.

Cuadro 10. Prueba de comparación de medias de los tratamientos con respecto a relación BSA/BSR, de plántones de *Theobroma cacao* (Tukey $\alpha = 0.05$).

Tratamientos	BSA/BSR	Significancia
T1 (Testigo)	4.09	a
T2 (100 ml de EM + 20 g de CF)	3.69	a
T3 (200 ml de EM + 20 g de CF)	2.45	a
T4 (300 ml de EM + 20 g de CF)	2.57	a
T5 (400 ml de EM + 20 g de CF)	2.83	a

Letras distintas indican diferencias significativas, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

EM: microorganismos eficaces; CF: cerámica fitoprotectante.

En la figura 6, se observa que el tratamiento T1 obtuvo el mayor valor en dicho índice (4.09), seguido por el T2 (3.69), T4 (2.57) y T5 (2.83). Sin embargo, según Thompson, (1985); citado por Sáenz 2015, estos valores no deben ser mayores a 2.5, debido a que estarían indicando desproporción entre la parte aérea y un sistema radicular insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta, una buena relación entre la parte aérea y el sistema radicular debe fluctuar entre 1.5 a 2.5. Por lo tanto el tratamiento T3 con 2.45, está dentro de los valores óptimos de acuerdo a lo mencionado por dicho autor, lo cual indica que es el único tratamiento que obtuvo una buena relación biomasa aérea y radicular.

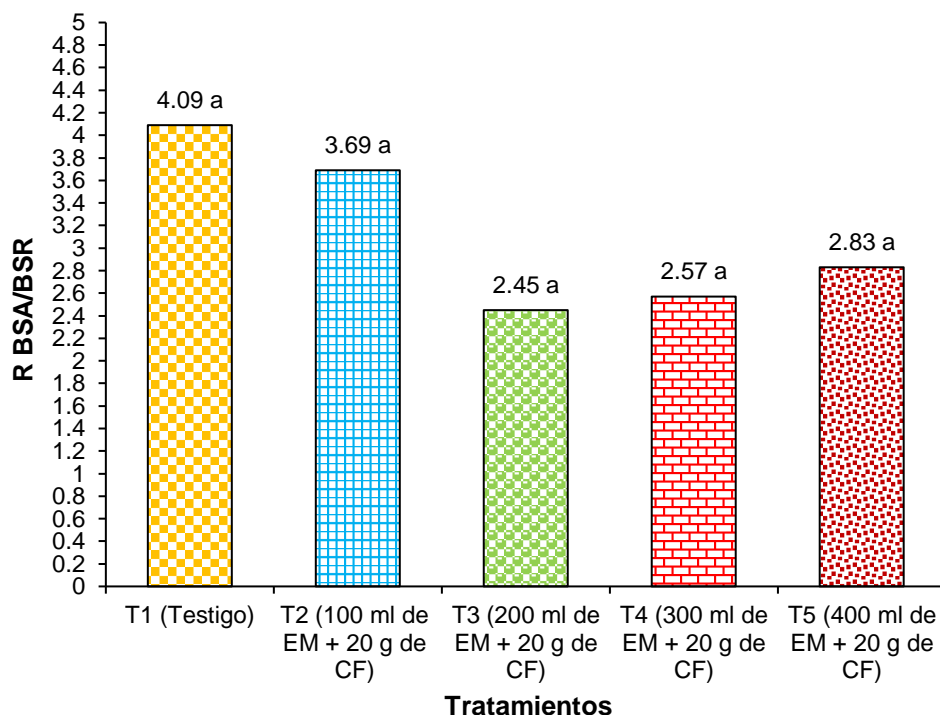


Figura 6. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca radicular de plántulas de *Theobroma cacao*, a los 80 días después de la siembra de semillas.

Por otro lado Saenz (2015), obtuvo resultados de 1.89 a 2.33, trabajando con plantas de *Schizolobium amazonicum*, empleando diferentes tipos de sustratos con insumos orgánicos, demostrando que el empleo de sustratos orgánicos ayudan a obtener plantas con buena relación entre biomasa aérea y biomasa radicular. De esta manera se puede afirmar que la concentración de microorganismos eficientes utilizada en el T3, tuvo una influencia sobre la relación biomasa seca aérea/biomasa seca radicular, debido a que existe un equilibrio entre la parte aérea y el sistema radicular que es la parte absorbente de la humedad.

4.4.4. Índice de Calidad de Dickson (ICD)

En el cuadro 11, se observa que los tratamientos analizados estadísticamente por medio de la prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$), no se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para la variable ICD de plántulas, este resultado indica que ningún tratamiento tuvo influencia en dicha variable.

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias con respecto al índice de calidad de Dickson en plántulas de *Theobroma cacao* (Tukey $\alpha = 0.05$)

Tratamientos	ICD	Significancia
T1 (Testigo)	0.43	a
T2 (100 ml de EM + 20 g de CF)	0.57	a
T3 (200 ml de EM + 20 g de CF)	0.85	a
T4 (300 ml de EM + 20 g de CF)	0.71	a
T5 (400 ml de EM + 20 g de CF)	0.74	a

Letras distintas indican diferencias significativas, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

EM: microorganismos eficaces; CF: cerámica fitoprotectante.

En la figura 7, se observa claramente que el tratamiento T3 obtuvo el mejor ICD con 0.85, seguido de los tratamientos T5 y T4 con 0.74 y 0.71 respectivamente, mientras que los tratamientos T2 y T1 obtuvieron 0.57 y 0.43.

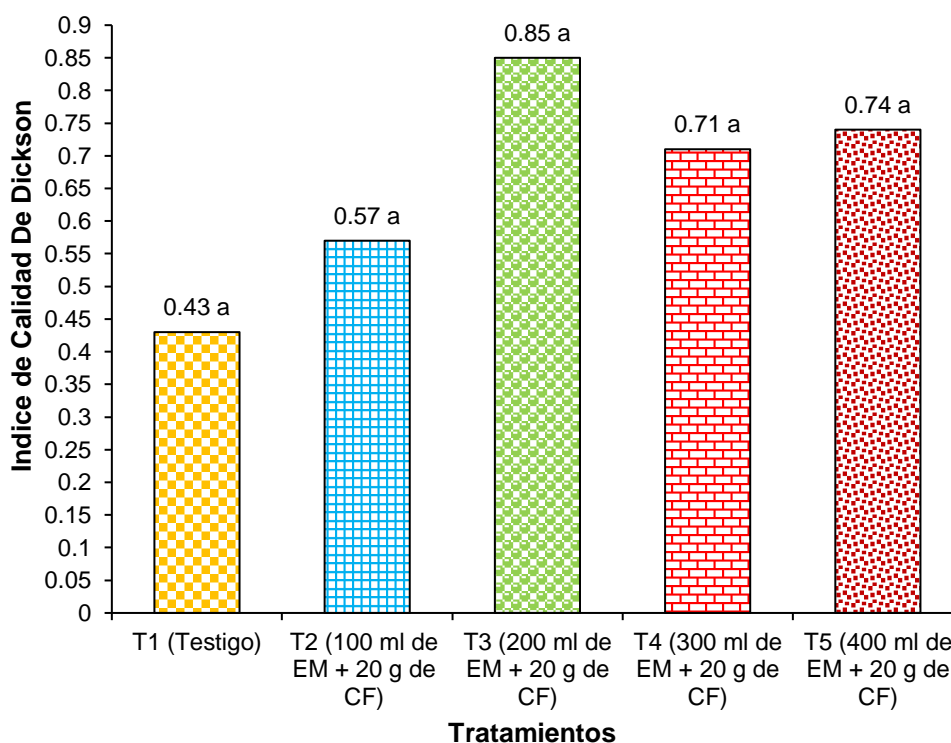


Figura 7. Índice de calidad de Dickson de plántulas de *Theobroma cacao*, a los 80 días después de la siembra de semillas.

Al respecto Gomes y Paiva, 2004. Citados por Abanto et al. 2016, indican que el ICD es un índice bastante sólido que expresa, en un único valor la calidad de las plantas. Así, también Fonseca, 2002. Citado por Abanto et al. 2016, coincide con lo antes mencionado al mencionar que el ICD es un buen indicador, pues

pondera características importantes para la evaluación de la calidad de las plantas y considera el vigor y el equilibrio de la distribución de la masa en toda la planta. En ese sentido Silva et al. 2013. Citado por Abanto et al. 2016, indican que cuanto mayor es este índice mayor será la calidad de las plantas en el vivero. Los mismos autores indican que, para que una planta sea considerada de calidad el valor mínimo del ICD debe ser de 0, 20. De acuerdo a los resultados se puede afirmar que los valores del ICD verificados en este estudio superan a lo mencionado por Silva et al. (2013), indicando que las plantas producidas con microorganismos eficientes están dentro de los parámetros de calidad, con un alto valor de ICD y aptos para campo definitivo. Así mismo, es necesario destacar que el ICD de las plantas de cacao mejoró con el aumento de las concentraciones, siendo el T3 la mejor concentración de microorganismos eficaces, por presentar el máximo valor, ya que a mayor ICD, mayor es la calidad de la planta. Sin embargo debe tomarse en cuenta que estos índices de calidad son utilizados por primera vez en la producción de plántulas de *Theobroma Cacao*, por lo que deberán realizarse más estudios en esta especie.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del experimento se concluye:

- Las concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante utilizados en la producción de los plantones de *Theobroma cacao* (Cacao) influyeron de forma significativa en el crecimiento en altura, desde los 52 hasta los 80 días después de la siembra de semillas, siendo el tratamiento T3 (200 ml de microorganismos eficientes + 20 g de cerámica fitoprotectante) el que obtuvo mejor valor con 25.56 cm, en comparación al testigo que alcanzó 19.98 cm.
- Las concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante utilizados en la producción de los plantones de *Theobroma cacao* (Cacao) influyeron de forma significativa en el crecimiento en diámetro, desde los 52 hasta los 80 días después de la siembra de semillas, siendo el tratamiento T3 (200 ml de microorganismos eficientes + 20 g de cerámica fitoprotectante) el que obtuvo mejor valor con 6.86 mm, en comparación al testigo que alcanzó 5.49 mm.
- Las concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante utilizados en la producción de los plantones de *Theobroma cacao* (Cacao) influyeron de forma significativa en el área foliar específica (AFE) a los 80 días después de la siembra de semillas, siendo el tratamiento T3 (200 ml de microorganismos eficientes + 20 g de cerámica fitoprotectante) el que obtuvo mejor valor con 90.77, en comparación al testigo que alcanzó un valor de 49.32.
- Las concentraciones de microorganismos eficaces con cerámica fitoprotectante utilizados en la producción de los plantones de *Theobroma cacao* (Cacao) influyeron de forma significativa en los índices de calidad a los 80 días después de la siembra de semillas, siendo el T3 (200 ml de microorganismos eficaces + 20 g de cerámica fitoprotectante) tuvo mayor valor sobre el índice de robustez (IR) con 3.76, la relación biomasa seca aérea/biomasa seca radicular (R BSA/RBSR) con 2.45 e índice de calidad de Dickson (ICD) con 0.85, y el T4 (300 ml de microorganismos eficaces + 20 g de cerámica fitoprotectante) tuvo mayor valor en el índice de lignificación (IL) con 33,68.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre los índices de calidad en la producción de plantones de *Theobroma cacao*, utilizando enmiendas orgánicas enriquecidas con microorganismos eficaces para generar datos cuantitativos, lo cual permitiría determinar los valores de medida para identificar la calidad de plantones de cacao producidos en la región Ucayali.
- Evaluar el contenido nutricional del sustrato con la incorporación de microorganismos eficaces en la producción de plantones de cacao.
- Aprovechar todos los recursos que nos rodean para producir sustratos más eficientes, con menos costos y en armonía con el medio ambiente.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, H. 2012. Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate. Costa Rica. Tesis MSc. Agr. Eco. CATIE. 122 p. Consultado 11 de Abr. 2016. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A10810e/A10810e.pdf>
- Alvarez, C. 2016. Cultivo de cacao en la región Ucayali asciende a más de 20,000 hectareas. ANDINA agencia peruana de noticias. Consultado 11 de junio. 2016. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-cultivo-cacao-region-ucayali-asciende-a-mas-20000-hectareas-609323.aspx>
- Abanto. 2016. Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth. Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/1219/1160>
- Cajahuanca, S. 2016. Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (*saccharomyces cerevisiae*, *aspergillus sp.*, *lactobacillus sp.*) en el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica chaglla. (en línea). Perú. Tesis Lic. Ing. Amb. UDH. 166 p. Consultado 07 de Jun. 2017. Disponible en: http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS_SARA_CAJAHUANCA_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 2009. Nuevas tecnologías para instalar viveros y producir clones de cacao (*Theobroma cacao* L). Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: http://www.censalud.ues.edu.sv/CDOC-Deployment/documentos/Tecnolog%C3%ADas_clones_y_v%C3%ADveros.pdf
- DEVIDA (Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas. 2014. Paquete tecnológico del cultivo del cacao (en línea). Consultado 07 de jun. 2017. Disponible en: http://www.devida.gob.pe/uploads/libros/Paquete_Tecnologico_Cultivo_Cacao.pdf
- EMPROTEC (EM Producción y Tecnología S,A). 2017 Costa Rica. Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf>
- Gamboa, R. 2015. Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (*theobroma cacao* l.) sobre diferentes patrones en Satipo. Perú. Tesis Lic. Ing. Agr. UNAM. 68 p. Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/949/T007354.pdf?sequence=1>
- Gutiérrez, et al. 2011. Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato.




Colombia. Vol. 12, no. 1. pp. 33-41. Consultado 07 de Jun. 2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4499/449945030004.pdf>

- Lopez, S y Gil, A. 2017. Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae). Perú. Vol. 24: 2, pp. 609 - 618. Consultado 13 de Jun. 2017. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v24n2/a12v24n2.pdf>
- Macías, J. 2013. Comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. Ecuador. Tesis Lic. Ing. Agr. UTEQ. 85 p. Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/536/1/T-UTEQ-0075.pdf>
- Mello, A. 2006. Análisis comparativo del área foliar específica de gramíneas dominantes en pastizales naturales bajo regímenes contrastantes de pastoreo. Consultado 20 de Octubre de 2018. Disponible en: <https://docplayer.es/16035636-Analisis-comparativo-del-area-foliar-especifica-de-gramineas-dominantes-en-pastizales-naturales-bajo-regimenes-contrastantes-de-pastoreo.html>
- Merino, E. 2013. Efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao (*theobroma cacao* L.) clon ccn- 51. Perú. Tesis Lic. Ing. Agr. UNAS. 101 p. Consultado 07 de Jun. 2017. Disponible en: <file:///E:/tesis/Nueva%20carpeta/AGR-604.pdf>.
- Ministerio de agricultura y riego (MINAGRI). 2016. Estudio del cacao en el Perú y en el Mundo. <http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2016?download=10169:estudio-del-cacao-en-el-peru-y-en-el-mundo>
- Naranjo, E. 2013. Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost. Ecuador. Tesis Lic. Ing. Agr. UTA. 78 p. Consultado 07 de Jun. 2017. Disponible en: <http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5310/1/Tesis-52%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20173.pdf>
- Orozco, et al. 2010. Diagnóstico de calidad de planta en los viveros forestales del estado de colima. Mexico. Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1266/DIAGNOSTICO%20DE%20CALIDAD%20DE%20PLANTA%20EN%20LOS%20VIVEROS%20FORESTALES%20DEL%20ESTADO%20DE%20COLIMA.pdf?sequence=1>
- Rodriguez, Y. 2013. Efecto de la aplicación de seis dosis de algas marinas sobre la germinación y características fenotípicas en cacao (*theobroma cacao* L.) en vivero. Ecuador. Tesis Lic. Ing. Agr. UG. 64p. Consultado 08 de Jun. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/2706>
- Rojas, H. 2014. Estudio del efecto de la aplicación de microorganismos efectivos en la calidad del biol en un proceso de biodigestión anaeróbica. Perú. Tesis Lic. Ing. Amb.

- UNAM. 86 p. Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1878>
- Sáenz, et al. 2015. Influencia de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento y calidad de plantones de *Schizolobium amazonicum* (Pashaco) en tubetes, Pucallpa-Ucayali. Perú. Tesis Lic. Ing. AFA. UNIA. 91 p.
 - Sáenz, et al. 2014. Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. Mexico. Vol. 5, no. 26. pp. 98-111. Consultado 13 de Jun. 2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/634/63439016008.pdf>
 - Sáenz, et al. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. México. Consultado 13 de Jun. 2017. Disponible en: <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/Forestales/article/download/3960/3308>
 - Toalombo, R. 2012. Evaluación de microorganismos eficientes autoctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). Ecuador. Tesis Lic. Ing. Agr. UTA. 95 p. Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: <http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2217/1/Tesis-22agr.pdf>
 - Torres, L. 2012. Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Ecuador. Tesis Lic. Ing. Agr. UCUENCA. 141 p. Consultado 11 de Abr. 2016. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3250/1/TESIS.pdf>
 - Uribe, et al. 2001. Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. Colombia. Vol. 14: 2, pp. 174 – 172. Consultado 13 de Jun. 2017. Disponible en: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/viewFile/323763/20780950>
 - Waizel, et al. 2012. Cacao y chocolate: seducción y terapéutica. México. Vol. 57, Núm. 3 pp. 236 – 245. Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2012/bc123k.pdf>
 - Yáñez, et al. 2016. Efectos de un compost enriquecido con microorganismos eficientes sobre la germinación de semillas recalcitrantes de *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg y *Theobroma cacao* L. Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v4n2/v4n2_a07.pdf
 - Zambrano, L. 2010. Establecimiento, manejo y capacitación en vivero de cacao (*Theobroma cacao* L) utilizando dos tipos de injertos en la comunidad de naranjal II del cantón Quinde provincia de Esmeraldas. Ecuador. Tesis Lic. Ing. Agr. UTM. 100 p. Consultado 08 de Jun. 2017. Disponible en: https://censalud.ues.edu.sv/CDOC-Deployment/documentos/Establecimiento_vivero_utilizando_dos_tipos_de_injertos.pdf

VIII. ANEXO

Figura 8. Ficha técnica de Microorganismos eficaces (nombre Comercial EM•1®)



Ficha Técnica

EM•1®

Microorganismos Eficaces™

DESCRIPCIÓN

EM•1 es un producto que favorece especialmente la descontaminación de aguas, tratamiento de desechos, eliminación de malos olores y presencia de moscas debido a la acumulación de materia orgánica. Los microorganismos contenidos en el producto, tienen la facultad directa o indirecta de prevenir sustancias que deterioren la vida y el ambiente a través de la generación de sustancias bioactivas. Es una mezcla de microorganismos benéficos que desplazan a los microorganismos patógenos mejorando la calidad del medio en el que son aplicados. El producto contiene microorganismos vivos que no han sido modificados genéticamente; por lo tanto, no puede ser mezclado con antibióticos, químicos ni plaguicidas, pues al hacerlo puede perder su efectividad.

CONTENIDO MÍNIMO UFC/mL

Bacterias Ácido Lácticas:	10 ⁸
Bacterias Fototróficas:	10 ⁸
Levaduras:	10 ⁸

DATOS FÍSICOS

Apariencia:	Solución color marrón amarillenta.
Olor:	Fuertemente a fermento.
pH:	Máx. 3.5

PREPARACIÓN

EM•1 Activado

- Mezclar 5% de EM•1 y 5% de melaza, completar el 90% restante con agua dulce. Ej.: 10L de EM•1 + 10L de melaza + 180L agua dulce = 200 litros de EM Activado.
- Colocar la mezcla en un envase plástico, sin contaminación química, limpio y herméticamente cerrado.
- Dejar escapar los gases generados en el interior del envase plástico.
- La mezcla debe permanecer durante 5 a 7 días a la sombra antes de su aplicación, se debe controlar que el pH sea inferior a 3.5; si es mayor, desistir de su uso.

CERTIFICACIONES

El EM•1 cuenta con la certificación de Control Unión Perú S.A.C., para ser empleado en producciones agrícolas orgánicas.

Para resolver cualquier duda sírvase contactar a nuestro Servicio Técnico en la siguiente dirección:

Dirección: Av. De Las Américas 103, Centro de Negocios El Terminal
Bloque D, Locales 51 -52. Guayaquil-Ecuador
PBX: (593-4) 6017110 Celular: (593-9)88445820
Correo: ventas@agearthecuador.org
www.agearthecuador.org




Distribuido por  Bajo licencia de 

Figura 9. Ficha técnica de Cerámica Fitoprotectante (EM•CERAMICA® Fitoprotectante)



FICHA TECNICA BIO•CERAMICS® FITOPROTECTANTE

DESCRIPCIÓN

El BIO.CERAMICS® es una arcilla natural compuesta de millones de algas unicelulares fosilizadas. Por su naturaleza contiene una carga de 38 oligoelementos necesarios para una tierra fértil, activando las defensas naturales de la planta. Es inofensivo a los humanos y animales ya que no contienen venenos o sustancias tóxicas.

COMPOSICIÓN

Arcilla natural compuesta por:

- SiO₂ (88.15%)
- Fe₂O₃ (1.04%)
- Al₂O₃ (2.53%)
- CaO (0.48%)
- MgO (0.68%)
- Sulfatos (0.01%).

ASPECTO

Polvo fino grisáceo, tamizado 7 micrones.

BENEFICIOS

- Activa las defensas naturales de las plantas, previniendo el ataque de plagas y enfermedades.
- Permite que las plantas logren sobreponerse a los efectos del estrés biótico y abiótico.
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Promueve el desarrollo foliar, óptima floración y fructificación de los cultivos.

COMPATIBILIDAD

- Es compatible con aceites minerales y fertilizantes.
- No es compatible con cloro, desinfectantes, sulfato de cobre, oxidantes y pesticidas (fungicidas, insecticidas y bactericidas).

DOSIS DE LA APLICACIÓN COMO FITOPROTECTANTE

- FOLIAR: Se recomienda usar 100- 200 gramos diluidos en 19 litros agua. Es importante adicionar a la mezcla 1 litro de EMA. (Microorganismos Eficaces Activados)
- AL SUELO: 50-100 Kg por hectárea. Es importante adicionar a la mezcla 20-40 litros de EMA por hectárea.

FRECUENCIA DE APLICACIÓN

- Se recomienda aplicaciones semanales según las necesidades del cultivo.

Para mayor información, contactar con nuestro equipo técnico.
Atentamente,

Jr. Pedro Torres Mujica N°355-Pueblo Libre-Lima
RPM: +11282 / #0045663 / #656656
Movistar: 943603740 / 952086694 / 943629819
Oficina: 01-4630329
administracion@bioem.com.pe
www.bioem.com.pe

www.em-la.com www.emrojapan.com

Figura 10. Preparación del sustrato.



Figura 11. Llenado de bolsas.



Figura 12. Acomodo de bolsas.

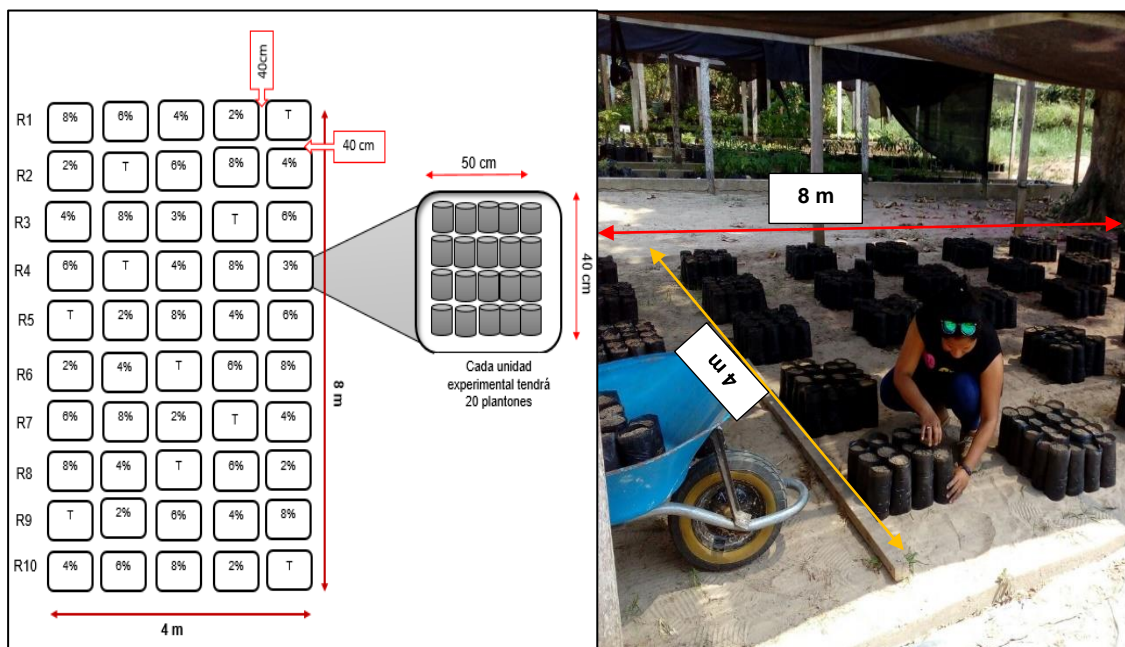


Figura 13. Activación Microorganismos eficaces (nombre Comercial EM•1®).



Figura 14. Selección del fruto.



Figura 15. Selección de semilla y desmucilaginado.



Figura 16. Pre-germinado de semillas.



Figura 17. Siembra de semillas de cacao en las bolsas.



Figura 18. Aplicación de Microorganismos Eficientes (nombre Comercial EM•1®) con Cerámica Fitoprotectante (nombre Comercial EM•CERAMICA® Fitoprotectante).



Figura 19. Resultado del análisis de propiedades fisicoquímicas del sustrato empleado para los tratamientos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : NEREYDA PATTY PÉREZ PALERMO

Departamento : UCAYALI Provincia : CORONEL PORTILLO

Distrito : Predio :

Referencia : H.R. 60611-122C-17 Bolt.: 801 Fecha : 29/09/17

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
								%	%	%			meq/100g							
10589	Sustrato preparado (UNIA)	7.61	0.46	1.80	1.72	56.9	193	45	40	15	Fr.	14.40	11.45	2.27	0.50	0.18	0.00	14.40	14.40	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		
Lab.	Claves	N %
10589	Sustrato preparado (UNIA)	0.05



Sady García Bendezu
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Figura 20. Resultado del análisis nutricional del Microorganismo eficientes activado.

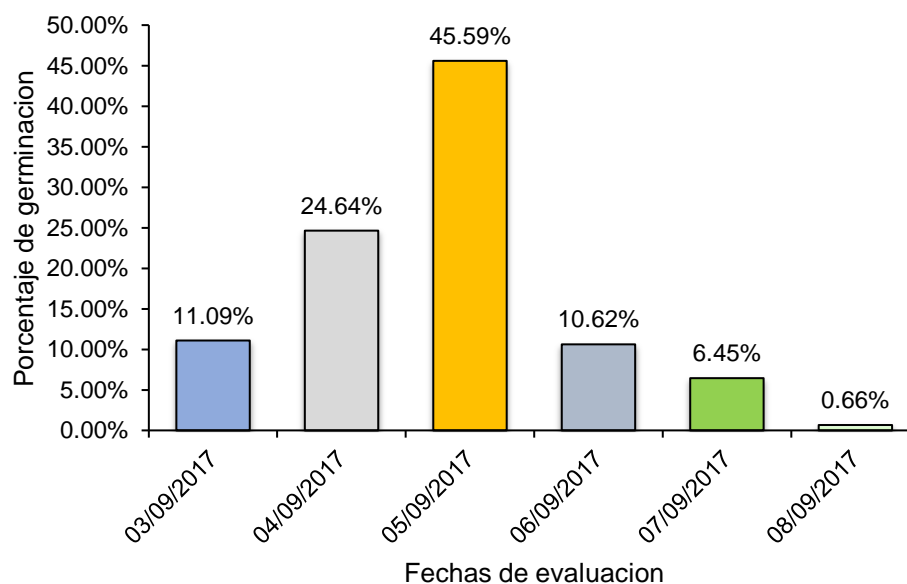


Cuadro 12. Control de germinación se semillas de cacao.

Vivero: UNIA. Ubicación: Carretera a San José km 0.5 Provincia: Coronel Portillo. Distrito: Yarinacocha Especie: *Theobroma cacao*. N° de Semillas: 1055. Fecha de almacigado: 02/09/2017

Fecha de control	Cantidad de semillas germinadas	% de germinación	Observaciones
03/09/2017	117	11,09	
04/09/2017	260	24,64	
05/09/2017	481	45,59	
06/09/2017	112	10,62	
07/09/2017	68	6,45	
08/09/2017	7	0,66	
Total	1055	99,05	

Figura 21. Promedios del porcentaje de germinación de semillas de *Theobroma cacao*.



Cuadro 16. Formato de biomasa húmeda y seca (aérea-raíces).

TRATAMIENTO ()						
Repetición 1						
N° de planta	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Biomasa fresco total (g)	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radicular (g)	Biomasa seca total (g)
1						
Repetición 2						
N° de planta	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Biomasa fresco	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radicular (g)	Biomasa seca total (g)
1						
Repetición 3						
N° de planta	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Biomasa fresco	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radicular (g)	Biomasa seca total (g)
1						
Repetición 4						
N° de planta	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Biomasa fresco total (g)	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radicular (g)	Biomasa seca total (g)
1						
Repetición 5						
N° de planta	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Biomasa fresco total (g)	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radicular (g)	Biomasa seca total (g)
1						
Repetición 6						
N° de planta	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Biomasa fresco total (g)	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radicular (g)	Biomasa seca total (g)
1						
Repetición 7						
N° de planta	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Biomasa fresco	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radicular (g)	Biomasa seca total (g)
1						
Repetición 8						
N° de planta	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Biomasa fresco	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radicular (g)	Biomasa seca total (g)
1						
Repetición 9						
N° de planta	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Biomasa fresco total (g)	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radicular (g)	Biomasa seca total (g)
1						
Repetición 10						
N° de planta	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Biomasa fresco total (g)	Biomasa seca aérea (g)	Biomasa seca radicular (g)	Biomasa seca total (g)
1						

Figura 22. Medición del Diámetro del tallo.

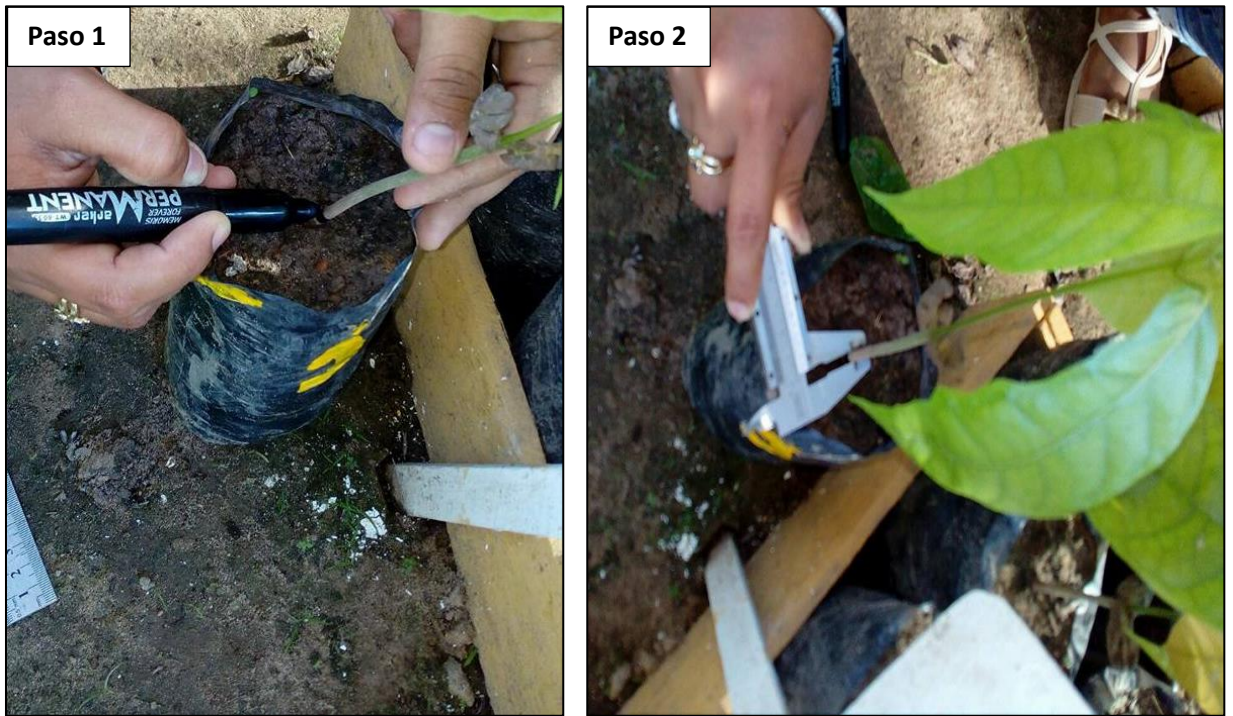


Figura 23. Medición de la altura de planta.



Figura 24. Calculo del área foliar específica.

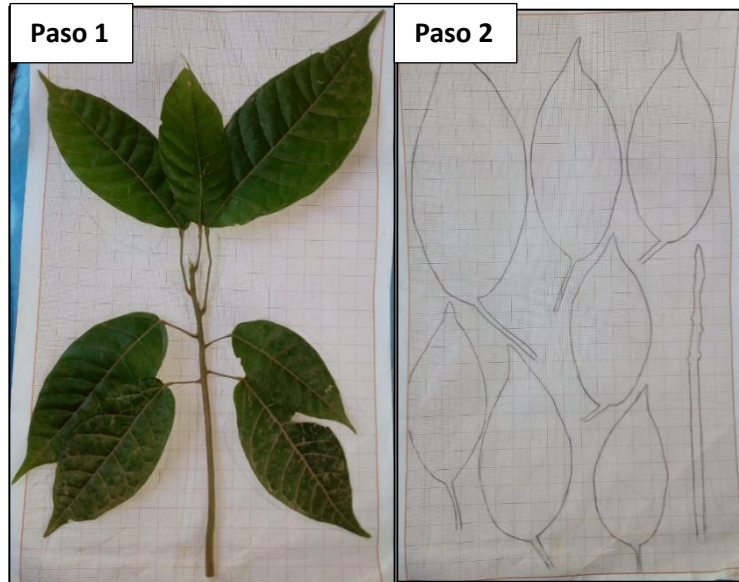


Figura 25. Peso fresco de la parte aérea y de la raíz.



Figura 26. Peso seco de la parte aérea y de la raíz.



Cuadro 17. Promedio de altura de *Theobroma cacao* por tratamientos y repetición durante los días evaluados.

Tratamientos	Repeticiones	DATOS DE ALTURA (cm)								
		Días Evaluados despues de la siembra								
		24	31	38	45	52	59	66	73	80
1	1	16,4	16,6	16,8	17,3	17,5	17,7	18,1	18,4	18,7
1	2	18,0	18,2	18,4	18,7	18,9	19,1	19,4	19,6	20,8
1	3	17,4	17,6	17,9	18,2	18,4	18,7	18,9	19,2	19,4
1	4	16,8	16,9	17,1	17,3	17,7	17,9	18,2	18,2	18,5
1	5	17,6	17,8	18,1	18,4	18,6	18,9	19,2	19,5	19,8
1	6	18,9	19,1	19,4	19,6	19,9	20,1	20,4	20,6	20,9
1	7	18,9	19,1	19,3	19,6	19,8	20,0	20,3	20,6	21,0
1	8	19,0	19,2	19,4	19,7	20,0	20,3	20,5	20,7	21,0
1	9	18,3	18,5	18,7	19,0	19,2	19,4	19,8	20,0	20,3
1	10	17,4	17,6	17,8	18,0	18,3	18,5	18,7	19,0	19,4
2	1	17,6	17,8	18,4	18,8	19,4	20,4	23,9	25,3	27,1
2	2	16,3	16,4	16,8	17,3	18,2	19,1	19,7	20,7	22,0
2	3	19,8	20,1	20,4	20,7	21,0	22,2	22,6	23,1	24,1
2	4	17,4	17,6	18,0	18,7	19,1	20,3	22,3	23,7	24,4
2	5	18,4	18,6	19,2	20,2	20,9	21,9	22,6	24,0	25,1
2	6	18,1	18,3	18,5	19,2	19,7	20,7	22,4	23,3	24,1
2	7	20,6	20,9	21,4	21,9	22,5	22,9	24,3	25,7	26,4
2	8	18,1	18,3	19,0	19,7	20,2	20,6	22,2	22,9	23,5
2	9	17,6	17,8	18,2	18,7	19,2	19,7	20,7	21,7	22,7
2	10	18,6	18,9	19,4	19,9	20,3	20,4	21,5	23,8	25,4
3	1	18,6	18,8	19,4	20,1	20,9	21,9	23,1	25,3	28,0
3	2	16,7	17,1	17,5	18,7	19,3	20,5	23,3	24,1	25,5
3	3	18,4	18,7	19,2	19,7	20,2	20,8	23,1	25,1	26,6
3	4	18,6	18,9	19,1	19,5	19,8	20,2	20,9	22,0	23,7
3	5	18,8	19,2	20,4	22,3	22,6	23,3	25,6	28,2	29,4
3	6	17,3	17,6	18,1	18,6	19,2	19,7	20,3	21,9	23,3
3	7	18,5	19,0	19,8	20,8	21,3	21,9	23,5	24,5	25,4
3	8	18,8	19,2	19,6	20,3	20,7	20,8	21,8	23,2	25,1
3	9	18,4	18,6	19,1	19,4	19,8	20,5	22,5	23,8	24,6
3	10	17,6	18,0	18,5	19,6	20,1	20,8	21,5	22,9	24,0
4	1	17,5	17,7	18,2	19,3	19,9	20,4	22,0	23,8	24,6
4	2	18,2	18,5	18,9	19,7	21,3	20,7	21,8	22,4	24,0
4	3	17,2	17,5	17,9	18,6	18,8	19,7	22,3	23,5	24,7
4	4	19,0	19,3	19,8	20,4	21,1	22,4	23,8	24,2	25,4
4	5	17,5	17,9	18,2	18,7	19,0	19,4	21,3	22,8	24,7
4	6	18,9	19,4	19,9	20,7	21,1	22,0	23,8	24,5	25,2
4	7	18,1	18,6	19,2	20,1	20,6	21,0	22,2	23,1	23,9
4	8	18,1	18,4	18,7	19,3	20,1	20,4	20,7	21,1	21,8
4	9	18,5	18,7	19,1	20,0	20,7	21,4	24,0	25,3	26,1
4	10	17,6	17,8	18,4	18,6	19,1	19,7	21,9	23,2	23,6
5	1	16,9	17,2	17,9	18,3	18,9	20,3	22,7	23,3	24,1
5	2	17,7	18,2	18,6	19,1	19,4	20,1	21,4	22,4	23,5
5	3	19,4	19,9	20,5	21,0	21,6	21,9	23,4	24,6	25,0
5	4	18,2	18,6	19,2	19,4	19,7	20,2	21,6	22,8	23,8
5	5	20,1	20,6	20,9	21,4	21,7	21,9	22,4	23,5	24,0
5	6	18,1	18,3	19,3	20,4	21,0	21,4	23,0	25,5	26,9
5	7	18,3	18,6	19,4	20,1	20,4	21,5	23,9	24,6	25,1
5	8	17,0	17,3	17,9	19,4	20,5	20,8	21,2	21,6	22,3
5	9	17,8	18,1	18,4	18,7	19,0	19,7	22,1	23,0	23,6
5	10	17,0	17,4	17,8	18,7	19,5	20,4	22,2	23,3	23,9

Cuadro 18. Promedio de diámetro de *Theobroma cacao* por tratamientos y repetición durante los días evaluados.

Tratamientos	Repeticiones	DATOS DE DIAMETRO (mm)								
		Días Evaluados despues de la siembra								
		24	31	38	45	52	59	66	73	80
1	1	3,95	4,06	4,44	4,68	4,72	4,92	5,10	5,34	5,60
1	2	3,82	3,92	4,10	4,34	4,56	4,70	5,02	5,20	5,46
1	3	3,83	4,00	4,32	4,40	4,64	4,77	4,94	5,10	5,36
1	4	3,50	3,73	3,91	4,12	4,33	4,52	4,74	5,02	5,22
1	5	4,10	4,44	4,53	4,76	4,91	5,03	5,21	5,46	5,63
1	6	4,43	4,65	4,82	5,03	5,14	5,36	5,58	5,71	5,92
1	7	4,13	4,34	4,55	4,64	4,87	5,06	5,27	5,32	5,54
1	8	3,90	4,15	4,36	4,52	4,64	4,85	4,93	5,14	5,32
1	9	4,13	4,25	4,43	4,60	4,82	4,95	5,13	5,37	5,53
1	10	4,30	4,15	4,37	4,52	4,63	4,81	4,92	5,12	5,28
2	1	3,93	4,15	4,67	4,93	5,55	5,70	6,06	6,33	6,74
2	2	4,11	4,33	4,62	4,96	5,35	5,57	5,92	6,23	6,60
2	3	4,32	4,55	4,73	4,94	5,36	5,67	5,84	6,12	6,54
2	4	3,95	4,13	4,54	4,86	5,22	5,77	6,29	6,45	6,74
2	5	4,14	4,22	4,73	4,81	5,12	5,45	5,73	6,04	6,38
2	6	4,00	4,45	4,72	4,95	5,46	5,78	6,08	6,27	6,49
2	7	4,12	4,34	4,82	4,96	5,27	5,62	5,94	6,19	6,47
2	8	3,92	4,14	4,56	4,67	4,93	5,48	5,62	5,83	6,27
2	9	4,33	4,45	4,86	5,07	5,24	5,55	5,71	6,05	6,36
2	10	4,53	4,62	4,91	5,14	5,47	5,73	6,12	6,46	6,68
3	1	4,51	4,84	5,11	5,53	6,02	6,44	6,88	7,15	7,43
3	2	3,91	4,11	4,63	4,84	5,25	5,76	5,96	6,28	6,57
3	3	4,22	4,43	4,84	4,96	5,47	5,83	6,15	6,55	6,96
3	4	4,33	4,54	4,95	5,24	5,46	5,72	6,05	6,55	6,86
3	5	4,13	4,44	4,85	5,25	5,53	5,97	6,34	6,72	7,00
3	6	4,05	4,22	4,75	4,93	5,15	5,44	5,87	6,14	6,58
3	7	4,23	4,47	4,91	5,13	5,37	5,86	6,19	6,42	7,09
3	8	4,51	4,72	5,24	5,46	5,53	6,21	6,53	6,84	7,15
3	9	3,93	4,27	4,53	4,76	5,08	5,33	5,77	5,98	6,25
3	10	4,00	4,55	4,73	5,07	5,47	5,83	6,05	6,37	6,68
4	1	4,23	4,65	4,76	5,12	5,41	5,83	6,35	6,67	6,96
4	2	4,24	4,33	4,65	4,97	5,18	5,63	5,95	6,19	6,43
4	3	4,21	4,42	4,86	4,93	5,37	5,83	6,37	6,44	6,78
4	4	4,22	4,43	4,92	5,13	5,44	6,07	6,34	6,67	6,83
4	5	4,26	4,47	4,85	4,97	5,11	5,32	5,83	6,00	6,25
4	6	4,12	4,43	4,74	5,16	5,33	5,48	5,86	6,07	6,21
4	7	4,23	4,45	4,86	5,08	5,34	5,47	5,94	6,25	6,67
4	8	4,35	4,46	4,72	5,04	5,22	5,35	5,76	5,98	6,26
4	9	3,92	4,15	4,63	4,94	4,97	5,38	5,71	6,00	6,54
4	10	4,05	4,26	4,70	4,76	5,13	5,44	5,82	6,15	6,47
5	1	3,98	4,43	4,85	5,10	5,76	6,08	6,37	6,64	6,82
5	2	4,20	4,65	4,83	4,91	5,37	5,56	5,95	6,33	6,55
5	3	4,14	4,35	4,56	4,80	5,13	5,55	5,87	6,14	6,48
5	4	4,18	4,35	4,76	4,83	5,00	5,44	5,73	5,91	6,27
5	5	4,46	4,77	5,02	5,27	5,65	5,97	6,28	6,44	6,85
5	6	4,04	4,45	4,66	4,97	5,24	5,52	5,93	6,21	6,46
5	7	4,16	4,63	5,05	5,12	5,53	6,14	6,38	6,67	6,94
5	8	4,00	4,25	4,72	5,05	5,16	5,47	5,83	6,24	6,67
5	9	3,92	4,04	4,48	4,65	4,73	4,91	5,25	5,44	5,87
5	10	4,54	4,74	5,03	5,28	5,57	5,85	6,29	6,57	6,84

Cuadro 19. Promedios de los diferentes índices de calidad de *Theobroma cacao*, a los 80 días después de la siembra de semillas.

Tratamiento	Repeticiones	IR	IL	AFE	R BSA/BSR	R AT/LR	ICD
1	1	3.34	29.19	54.17	3.95	1.63	0.13
1	2	3.81	27.71	44.70	4.12	1.78	0.11
1	3	3.62	26.87	43.43	2.13	1.44	0.33
1	4	3.54	30.64	47.41	3.51	1.10	0.72
1	5	3.52	31.11	53.63	1.40	0.90	0.85
1	6	3.53	24.19	57.34	9.64	1.76	0.11
1	7	3.79	31.09	48.63	10.86	1.53	0.28
1	8	3.95	28.04	54.58	2.19	1.27	0.57
1	9	3.67	37.62	35.62	0.41	1.09	0.67
1	10	3.67	38.92	53.73	2.69	1.26	0.57
2	1	4.02	33.25	71.95	1.46	2.04	0.76
2	2	3.33	29.90	73.87	2.51	1.37	0.58
2	3	3.69	30.54	83.96	8.84	2.01	0.29
2	4	3.62	32.85	75.95	1.18	1.35	0.89
2	5	3.93	31.67	87.98	3.36	1.79	0.45
2	6	3.71	30.40	68.89	3.03	1.66	0.47
2	7	4.08	31.52	74.97	3.07	1.61	0.59
2	8	3.75	27.42	80.90	10.00	1.78	0.22
2	9	3.57	32.77	75.89	1.34	1.25	0.94
2	10	3.80	27.64	70.96	2.11	1.56	0.54
3	1	3.77	31.71	94.10	2.23	1.70	0.62
3	2	3.88	36.99	87.41	1.08	1.13	1.27
3	3	3.82	31.24	85.42	1.77	1.13	0.92
3	4	3.45	28.93	92.14	3.42	1.48	0.68
3	5	4.20	34.81	96.11	6.00	1.96	0.50
3	6	3.54	34.36	89.23	2.75	1.37	0.76
3	7	3.58	34.43	92.40	2.78	1.48	0.79
3	8	3.51	35.13	85.32	1.42	1.04	0.90
3	9	3.94	31.37	92.35	1.39	1.07	0.79
3	10	3.59	33.39	93.24	1.63	1.12	1.23
4	1	3.53	33.85	44.17	2.69	1.49	0.67
4	2	3.73	36.56	56.12	2.31	1.17	0.84
4	3	3.64	31.54	36.39	2.86	1.76	0.45
4	4	3.72	35.58	53.48	1.78	1.41	1.00
4	5	3.95	31.36	53.10	1.80	1.05	0.75
4	6	4.06	30.66	45.14	3.03	1.65	0.44
4	7	3.58	32.13	65.89	3.40	1.47	0.62
4	8	3.48	34.39	34.49	1.58	1.18	1.03
4	9	3.99	36.03	43.98	2.22	1.47	0.75
4	10	3.65	34.66	63.14	4.05	1.62	0.53
5	1	3.53	33.93	72.11	5.26	1.72	0.54
5	2	3.59	31.96	41.05	3.28	1.47	0.68
5	3	3.86	32.55	57.13	1.37	1.30	0.93
5	4	3.80	28.52	63.02	3.05	1.66	0.46
5	5	3.50	33.20	46.12	1.41	1.30	1.01
5	6	4.16	28.59	52.23	3.84	1.77	0.46
5	7	3.62	32.61	64.21	4.28	1.71	0.55
5	8	3.34	40.04	46.20	1.30	1.22	1.41
5	9	4.02	29.67	53.03	2.41	1.43	0.60
5	10	3.49	31.38	71.22	2.13	1.37	0.75

Cuadro 20. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 24 días después de la siembra.

Altura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,920	4	,230	,255	,905
Intra-grupos	40,600	45	,902		
Total	41,520	49			

Cuadro 21. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 31 días después de la siembra.

Altura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,480	4	,370	,364	,833
Intra-grupos	45,800	45	1,018		
Total	47,280	49			

Cuadro 22. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 38 días después de la siembra.

Altura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4,920	4	1,230	1,139	,350
Intra-grupos	48,600	45	1,080		
Total	53,520	49			

Cuadro 23. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 45 días después de la siembra.

Altura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	9,080	4	2,270	2,047	,104
Intra-grupos	49,900	45	1,109		
Total	58,980	49			

Cuadro 24. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 52 días después de la siembra.

Altura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	17,680	4	4,420	4,076	,007
Intra-grupos	48,800	45	1,084		
Total	66,480	49			

Cuadro 25. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 59 días después de la siembra.

Altura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23,880	4	5,970	5,471	,001
Intra-grupos	49,100	45	1,091		
Total	72,980	49			

Cuadro 26. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 66 días después de la siembra.

Altura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	74,080	4	18,520	12,476	,000
Intra-grupos	66,800	45	1,484		
Total	140,880	49			

Cuadro 27. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 73 días después de la siembra.

Altura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	127,720	4	31,930	16,054	,000
Intra-grupos	89,500	45	1,989		
Total	217,220	49			

Cuadro 28. Análisis de variancia (ANOVA) para la altura de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 80 días después de la siembra.

Altura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	194,680	4	48,670	21,858	,000
Intra-grupos	100,200	45	2,227		
Total	294,880	49			

Cuadro 29. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 24 días después de la siembra.

Diámetro					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,920	4	,230	1,190	,328
Intra-grupos	8,700	45	,193		
Total	9,620	49			

Cuadro 30. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 31 días después de la siembra.

Diámetro					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,320	4	,080	2,250	,079
Intra-grupos	1,600	45	,036		
Total	1,920	49			

Cuadro 31. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plántones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 38 días después de la siembra.

Diámetro					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,080	4	,270	2,641	,066
Intra-grupos	4,600	45	,102		
Total	5,680	49			

Cuadro 32. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 45 días después de la siembra.

Diámetro					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,880	4	,470	2,136	,092
Intra-grupos	9,900	45	,220		
Total	11,780	49			

Cuadro 33. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 52 días después de la siembra.

Diámetro					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	6,080	4	1,520	15,200	,000
Intra-grupos	4,500	45	,100		
Total	10,580	49			

Cuadro 34. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 59 días después de la siembra.

Diámetro					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	5,320	4	1,330	7,980	,000
Intra-grupos	7,500	45	,167		
Total	12,820	49			

Cuadro 35. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 66 días después de la siembra.

Diámetro					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	6,680	4	1,670	6,592	,000
Intra-grupos	11,400	45	,253		
Total	18,080	49			

Cuadro 36. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 73 días después de la siembra.

Diámetro					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	6,680	4	1,670	13,917	,000
Intra-grupos	5,400	45	,120		
Total	12,080	49			

Cuadro 37. Análisis de variancia (ANOVA) para el diámetro de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante, a los 80 días después de la siembra.

Diámetro					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	10,720	4	2,680	36,545	,000
Intra-grupos	3,300	45	,073		
Total	14,020	49			

Cuadro 38. Análisis de variancia (ANOVA) para el Índice de Robustez (IR) de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante a los 80 días después de la siembra.

IR					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,280	4	,070	,630	,644
Intra-grupos	5,000	45	,111		
Total	5,280	49			

Cuadro 39. Análisis de variancia (ANOVA) para el Índice de Lignificación (IL) de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante a los 80 días después de la siembra.

IL					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	79,880	4	19,970	2,138	,092
Intra-grupos	420,300	45	9,340		
Total	500,180	49			

Cuadro 40. Análisis de variancia (ANOVA) para el Área Foliar Específica (AFE) de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante a los 80 días después de la siembra.

AFE					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	205,600	4	51,400	4,214	,006
Intra-grupos	548,900	45	12,198		
Total	754,500	49			

Cuadro 41. Análisis de variancia (ANOVA) para la Relación Biomasa Seca Aerea/Biomasa Seca Radicular (R BSA/BSR) de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante a los 80 días después de la siembra.

R BSA/BSR					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	21,880	4	5,470	1,060	,387
Intra-grupos	232,200	45	5,160		
Total	254,080	49			

Cuadro 42. Análisis de variancia (ANOVA) para el Índice de Calidad de Dickson (ICD) de plantones de cacao por efecto de diferentes concentraciones de Microorganismos Eficientes con Cerámica Fitoprotectante a los 80 días después de la siembra.

ICD					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,480	4	,120	1,125	,357
Intra-grupos	4,800	45	,107		
Total	5,280	49			

Figura 27. Plantones de *Theobroma cacao* a los 24 días después de la siembra.

