UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE TRES DOSIS DE NPK DURANTE LA ETAPA DE VIVERO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LA ZONA DE AGUAYTÍA. UCAYALI, PERÚ"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

IVÁN TONY LEÓN CANTALICIO

PUCALLPA – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por el **Bach. IVÁN TONY LEÓN CANTALICIO** denominada: **"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE TRES DOSIS DE NPK DURANTE LA ETAPA DE VIVERO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LA ZONA DE AGUAYTÍA. UCAYALI, PERÚ",** para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo (*) **BUENO.**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del Reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y Título Profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 15 de noviembre del 2019.

.....	.....
Ing. Edgar Juan Díaz Zúñiga, Dr. Presidente	Ing. Isaías Gonzales Ramírez Secretario
.....	.....
Ing. Roger Vásquez Gómez, M.Sc. Miembro	Ing. José Antonio López Ucariegüe, M.Sc. Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Edgar Juan Díaz Zúñiga, Dr. .....
Presidente

Ing. Isaías Gonzáles Ramírez .....
Secretario

Ing. Roger Vásquez Gómez, M.Sc. .....
Miembro

Ing. José Antonio López Ucariegüe, MSc. .....
Asesor

Bach. Iván Tony León Cantalicio .....
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

Constancia

N° 237

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis) titulado:

INFLUENCIA DE LA ADICION DE TRES DOSIS DE NPK DURANTE LA ETAPA DE VIVERO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN LA ZONA DE AGUAYTIA PERU

Cuyo autor es	:	**LEÓN CANTALICIO, IVÁN TONY**
Facultad	:	CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela Profesional	:	AGRONOMÍA
Asesor	:	M Sc. LOPEZ UCARIEGUE, JOSE ANTONIO

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 10 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 23/07/2019



REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Iván Tony León Cantalicio

Autor de la TESIS titulada:

"Influencia de la adición de tres dosis de NPK durante la etapa de vivero del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en la zona de Aquaytía. Ucayali, Perú".

Sustentada el año: 2019

Con la asesoría de: Ing. MSc. José Antonio López Ucañegue.

En la Facultad de: Ciencias Agropecuarias

Carrera Profesional de: Agronomía.

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

- [x] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [ ] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 07 / 09 / 2020.

Email: tonyleon3094@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 912766858.

DNI: 76224820.

DEDICATORIA.

A Dios Jehová, por regalarme la dicha de poder conocerlo**,** por guiar mis pasos, por llenarme de fuerzas y sobre todo por amarme tanto.

A mi amada madre, quien siempre está a mi lado en los buenos y malos momentos, dándome fuerzas y ánimo en todo lo que realizo.

A mí amado padre, quien en todo momento me guió por el buen camino y me ha apoyado en mi carrera universitaria.

A mis queridos hermanos, quienes me han apoyado en el trayecto de mis estudios y la ejecución de mi tesis en la Universidad.

AGRADECIMIENTO.

Un agradecimiento y reconocimiento a cada uno de los docentes que integran la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, en especial a los que forman parte de Escuela Profesional de Agronomía, por su apoyo y los consejos impartidos a cada uno de nosotros.

Al Ing. M.Sc. José Antonio López Ucariegüe, Docente Asociado de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de Ucayali, mi reconocimiento muy especial, por su dedicación, exigencia como docente, pero fundamentalmente por su labor de investigador en Agronomía que con sus observaciones y oportunas sugerencias, hizo posible la culminación de la presente investigación.

Al Ing. Hammerly López Martin, por su apoyo y dedicación en el desarrollo de esta investigación.

A mi familia, de manera especial a mi primo Hugo Rolando Berrospi Cantalicio y mi tío Nilton Cantalicio Rivera, por el apoyo que me brindaron durante mi carrera profesional**.**

A mis amigos, en especial a Markyori Sofí Salvador Carhuarupay, Isaías Rosales Santamaría, Isaías y José Ramos Espinoza, por el apoyo brindado y gratos momentos compartidos.

ÍNDICE.

		Pág.
RESUMEN……		viii
LISTA DE CUADROS ……..		xii
LISTA DE FIGURAS ……		xiii
I.	**INTRODUCCIÓN**……...	1
II.	**REVISIÓN DE LITERATURA**…….…….……..	3
	2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....…….	3
	2.2. BASES TEÓRICAS……...……	5
	2.2.1. Origen y clasificación taxonómica.…… ……...	5
	2.2.2. Características morfológicas……..…….	6
	2.2.3. Sistemas de propagación del cacao.…… ……	7
	2.2.4. Vivero en cacao……..……..	8
	2.2.5. Requerimientos nutricionales de plántulas de cacao en vivero……..	9
III.	**MATERIALES Y MÉTODOS**……..…..	13
	3.1. UBICACIÓN……	13
	3.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE PADRE ABAD……...	13
	3.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS……..	13
	3.4. MATERIALES……..…….	15
	3.4.1. Material genético……..	15
	3.4.2. Fertilizantes……...	15
	3.4.3. Herramientas y equipos……..	15
	3.5. ZONA DE ESTUDIO……	15
	3.6. METODOLOGÍA.……...	16
	3.6.1. Tratamientos evaluados……..……	16
	3.6.2. Operacionalización de las variables……..…....	17
	3.6.2.1. Variable independiente……..…….	17
	3.6.2.2. Variable dependiente……...	17
	3.7. DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO……	18
	3.7.1. Diseño experimental……..…….	18
	3.7.2. Modelo matemático……..	18

3.7.3. Características del experimento…… 19
3.8. EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO…….. 21
3.8.1. Demarcación de la parcela y tratamientos…….. 21
3.8.2. Preparación del sustrato……. 21
3.8.3. Llenado de bolsas…… 21
3.8.4. Siembra…….. 21
3.8.5. Control de malezas…….. 21
3.8.6. Riegos…… 21
3.8.7. Control fitosanitario……. 22
3.8.8. Evaluaciones permanentes de las actividades……... 22
3.8.9. Tabulación de los datos…….. 22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN…… 24
4.1. ALTURA DE PLANTA…….. 24
4.2. DIÁMETRO DE TALLO……... 25
4.3. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA…… 27
4.4. ÁREA FOLIAR…….. 29
4.5. LONGITUD DE RAÍZ……... 31
4.6. PESO SECO Y FRESCO DE HOJAS……..…….... 31
4.7. PESO SECO Y FRESCO DEL ÁREA FOLIAR……... 32
4.8. PESO FRESCO DE LA RAÍZ……. 33
4.9. PESO DE CENIZAS……. 34
4.10. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUSTRATOS……... 34
V. CONCLUSIONES…….. 36
VI. RECOMENDACIONES…… 37
VII. LITERATURA CITADA……..…….. 38
VIII. ANEXO…… 41

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de Aguaytía, con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de dosis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio sobre los indicadores de crecimiento en fase de vivero del cultivo de cacao, así como sobre las propiedades químicas del sustrato al finalizar el experimento. Se probaron 5 tratamientos (T1) tierra negra + arena (T2) tierra amarillo rojiza + arena, (T3) compost + tierra negra + arena, (T4) tierra negra + arena +1.19N + 0.69 P +1.47 K, (T5) tierra negra + arena + 1.79 N +1.04 P + 2.20 K y (T6) tierra negra + arena + 2.39 N +1.39 P + 2.94 K, bajo un Diseño Completo al Azar con 4 repeticiones, cada una representada por 25 plántulas de cacao de la variedad forastero. Los resultados indican que, el tratamiento a base de compost + tierra negra + arena (T3) , obtuvo los mayores valores al finalizar el ensayo en las variables altura de planta (33,8 cm), diámetro de tallo (8.3 mm), área foliar (124 cm^2) y número de hojas (19) así como para longitud de raíz (44.1mm), peso fresco de raíz por planta (117.3 g) peso fresco y peso seco de hojas (8.8 y 7.1 g por planta) peso fresco y seco de área foliar (235.1 y 78.3 g por planta) y peso de ceniza por planta (5.9 g por planta). Igualmente, en relación a la composición química de los sustratos al finalizar el ensayo, el calcio tuvo un incremento significativo en los sustratos tierra negra + arena (T1), tierra amarilla + arena (T2) y con compost + tierra negra + arena (T3), desplazando al aluminio y logrando por tanto, una mejor capacidad de intercambio catiónico efectiva.

Palabras claves: Cacao, sustratos, abonos, fertilizantes, crecimiento.

ABSTRACT.

The research work was carried in the district of Aguaytia, with the purpose of evaluating the effect of the application of doses of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on the indicators of growth in the nursery phase of the cocoa crop, as well as on the chemical properties of the substrate at the end of the experiment. Five treatments (T1) black earth + sand (T2) reddish yellow earth + sand, (T3) compost + black earth + sand, (T4) black earth + sand + 1.19N + 0.69P + 1.47K, (T5) were tested black earth + sand + 1.79N + 1.04 P + 2.20 K and (T6) black earth + sand + 2.39 N + 1.39 P + 2.94 K, under a Full Random Design with 4 repetitions, each represented by 25 cocoa seedlings of the stranger variety. The results indicate that, the treatment based on compost + black earth + sand (T3), obtained the highest values at the end of the test in the variables plant height (33.8 cm), stem diameter (8.3 mm), area leaf (124 cm^2) and number of leaves (19) as well as root length (44.1mm), fresh root weight per plant (117.3 g) fresh weight and dry leaf weight (8.8 and 7.1 g per plant) fresh weight and dry leaf area (235.1 and 78.3 g per plant) and ash weight per plant (5.9 g per plant). Similarly, in relation to the chemical composition of the substrates at the end of the test, calcium had a significant increase in the substrates black earth + sand (T1), yellow earth + sand (T2) and with compost + black earth + sand (T3), displacing aluminum and thus achieving a better effective cation exchange capacity.

Keywords: Cocoa, substrates, fertilizers, fertilizers, growth.

LISTA DE CUADROS.

En el texto:		**Pág.**
Cuadro 1.	Característica de los tratamientos en estudio……..	6
Cuadro 2.	Contenido nutricional de los tratamientos…….	16
Cuadro 3.	Análisis de varianza (ANOVA)……	19
Cuadro 4.	Resultados de altura de planta en 4 evaluaciones……..	23
Cuadro 5.	Resultados del diámetro de tallo (mm) en 4 evaluaciones……..	25
Cuadro 6.	Resultado del número de hojas por planta en 4 evaluaciones……..	28
Cuadro 7.	Área foliar (cm^2) por planta en 4 evaluaciones…….	30
En el anexo:		
Cuadro 8A.	ANVA de altura de planta EVA 1.....	42
Cuadro 9A.	ANVA de diámetro de tallo EVA 1……..	42
Cuadro 10A.	ANVA de número de hojas EVA 1……..	42
Cuadro 11A.	ANVA de área foliar EVA 1……..	42
Cuadro 12A.	ANVA de altura de planta EVA 2……	43
Cuadro 13A.	ANVA de diámetro de tallo EVA 2……..	43
Cuadro 14A.	ANVA de número de hojas EVA 2……..	43
Cuadro 15A.	ANVA de área foliar EVA 2……..	43
Cuadro 16A.	ANVA de altura de planta EVA 3……	44
Cuadro 17A.	ANVA de área foliar EVA 3…….	44
Cuadro 18A.	ANVA de diámetro de tallo EVA 3……..	44
Cuadro 19A.	ANVA de número de hojas EVA 3……..	44
Cuadro 20A.	ANVA de altura de planta EVA 4……	45
Cuadro 21A.	ANVA de área foliar EVA 4……..	45
Cuadro 22A.	ANVA de diámetro de tallo EVA 4.....	45
Cuadro 23A.	ANVA de número de hojas EVA 4……..	45

LISTA DE FIGURAS.

En el texto: **Pág.**

Figura 1. Temperatura mensual durante el experimento……... 13
Figura 2. Humedad relativa mensual durante el experimento…… 14
Figura 3. Precipitación pluvial mensual durante el experimento……. 14
Figura 4. Croquis de la zona de estudio..... 15
Figura 5. Croquis del área experimental…… 20
Figura 6. Altura de planta por tratamiento durante 4 evaluaciones… 25
Figura 7. Diámetro de tallo por tratamiento en 4 evaluaciones…….. 26
Figura 8. Número de hojas por planta por tratamiento en 4 evaluaciones…….. 28
Figura 9. Área foliar por tratamiento en 4 evaluaciones…….. 30
Figura 10. Longitud de raíz por tratamiento……. 31
Figura 11. Peso fresco y seco de hoja por tratamiento……. 32
Figura 12. Peso fresco y seco de área foliar por tratamiento……... 33
Figura 13. Peso fresco de raíces por tratamiento……... 33
Figura 14. Peso de ceniza por tratamiento…….. 34
Figura 15. Composición química del sustrato al inicio por tratamiento……. 34
Figura 16. Composición química del sustrato al final por tratamiento... 35

En el anexo:

Figura 17A. Preparando la cama germinadora…….. 46
Figura 18A. Extracción de semillas de cacao pre germinado……. 46
Figura 19A. Llenado del sustrato en bolsas……... 47
Figura 20A. Siembra de semilla de cacao pre germinado……... 47
Figura 21A. Fertilizantes NPK…….. 48
Figura 22A. Pesando los fertilizantes…….. 48
Figura 23A. Dosis de los fertilizantes NPK……. 49
Figura 24A. Aplicando los fertilizantes NPK a los plantones de cacao... 49
Figura 25A. Control de malezas en el vivero……. 50
Figura 26A. Control de plagas en el vivero…… 50

Figura 27A. Toma de datos de diámetro del tallo de los plantones de cacao…… 51
Figura 28A. Toma de datos de la altura de los plantones de cacao….. 51
Figura 29A. Toma de datos de la hoja de los plantones de cacao…… 52
Figura 30A. Toma de datos de la longitud de raíz de los plantones de cacao…….. 52
Figura 31A. Resultados del T_1 tierra negra + arena. 53
Figura 32A. Resultados del T2 tierra amarilla rojiza + arena…… 53
Figura 33A. Resultados del T3 tierra negra + arena+ compost 200 g…. 54
Figura 34A. Resultados del T4 tierra negra + arena + 1.19 N + 0.69 P_2O_5 + 1.47 K_2O…… 54
Figura 35A. Resultados del T5 tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P_2O + 2.20 K_2O……. 55
Figura 36A. Resultados del T6 tierra negra + arena +2.39 N +1.39 P_2O_5 + 2.94 K_2O…… 55
Figura 37A. Visita del Ing. Isaías González Ramírez, jurado evaluador de tesis…… 56
Figura 38A. Vista panorámica de los plantones de cacao distribuidos por tratamiento…….. 56

.

I. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de cacao en la región Ucayali está considerado como un producto emblemático porque genera ingresos económicos sostenibles en los pequeños productores, aun cuando los niveles de productividad no sean los más alentadores debido a la escasa tecnología que usan los productores de cacao, especialmente en la zona de Aguaytía.

Al respecto, la Dirección Regional de Agricultura de Ucayali indica que actualmente, existen más de 20 mil ha de cacao en diversas variedades y 10 mil ha de estas ya se encuentran en producción, con promedio de rendimiento que no supera los 700 kg por ha, de este total, 11 484 ha se han sembrado en la provincia de Padre Abad y de ellas, 8600 existen en el distrito de Irazola con la participación de 5700 familias.

La fertilización del cultivo de cacao en etapa de vivero por tanto es aún una interrogante, haciendo que se generen diversas preguntas al momento de realizar esta actividad como, por ejemplo: ¿Cuándo aplicar el fertilizante?, ¿Cuál es la frecuencia de aplicación del fertilizante? y ¿Cómo aplicar los fertilizantes?.

Los nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio son macro elementos importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas de cacao; el fósforo ayuda a la planta en el crecimiento de la raíz y en la floración; el nitrógeno en el crecimiento y desarrollo de la planta y el potasio le ayuda a la planta en el llenado de granos, resistencia a sequias, plagas y enfermedades (INIAP 2009).

En esta zona, López (2019) menciona que uno de los problemas que afronta el cultivo es que se viene sembrando en suelos degradados, colinosos, con un pobre contenido de materia orgánica y un alto contenido de arcillas caolinitas, que le confieren al suelo, una baja capacidad de intercambio catiónico con mayores tenores de aluminio intercambiable y un menor porcentaje de bases como calcio, magnesio y potasio. En resumen, el cultivo tiene dos problemas específicos que resolver, por un lado, la baja fertilidad que presentan nuestros suelos ácidos y por otro, las limitadas condiciones físicas y químicas del suelo para este cultivo.

En este sentido, la aplicación de fertilizantes a base de NPK en el cultivo de

cacao puede darle solución al problema de fertilidad, produciendo plantones de buena calidad y a la vez aumentando la fertilidad de los mismos, así como brindándoles las tecnologías al productor para producir con menos costos, y por otro lado, tiene un rol muy importante como la supresión de enfermedades en las plantas, aporte de nutrientes al suelo (INIAP 2009).

Así, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de dosis de NPK sobre los indicadores de crecimiento en fase de vivero del cultivo de cacao en la zona de Aguaytía, así como sobre las propiedades químicas del sustrato, antes y al finalizar el experimento.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Corpoica (2007) ha determinado la respuesta a la aplicación de fertilizantes químicos, para sustratos con bajos contenidos de NPK, recomendando efectuar aplicaciones foliares de urea en dosis de 100 g/ 20 litros de agua en plántulas de 45 días. A los 75 días de edad, se deben realizar aplicaciones de NPK en una relación 15-45-30 de los 3 elementos, respectivamente. En términos de cantidades se pueden suministrar 3 g de N; 9 g de P y 6 g de K para plántulas que crecen en bolsas de 2 Kg de sustrato.

Domínguez (1984) determinó que el nitrógeno (N), fósforo (P) y el potasio (K) juegan un papel importante para el crecimiento de las plántulas de cacao y recomienda que, estas se deben fertilizar mensualmente con 5 g por planta de las fórmulas NPKCaMg 18-10-6-5 y NPKCaMg 23-12-6-7 o similares, cantidad que se distribuye en el borde de la bolsa. Si el suelo utilizado para el almacigo es rico en materia orgánica, la fertilización se reduce, una aplicación de cualquiera de las fórmulas indicadas, 45 días después de la siembra.

Hartmann *et al.* (2011) manifiesta que**,** a pesar de que uno de los factores más determinantes para la calidad del material vegetal en vivero es la nutrición, en Colombia son pocas las publicaciones científicas en torno a la nutrición de cacao en etapa de vivero. Al igual que otros países, los servicios de extensión aún recomiendan el uso de fórmulas únicas que no toman en cuenta las variaciones en el suelo, las condiciones ambientales, ni el balance de nutrientes a partir de las condiciones locales.

Por su parte, una investigación desarrollada por Fernández *et al.* (2016) en Colombia tuvo como objetivo, analizar la dinámica nutricional de plantas de cacao (IMC67) cuando son sometidas a diferentes dosis de fertilizantes con N, P y K en etapa de vivero. Para ello, se establecieron tres ensayos con dosis variables de N, P y K a partir de su relación porcentual, con una dosis de referencia. A los 124 días después de siembra, se determinó la biomasa seca y el contenido nutricional de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn y B de las plantas y se estimaron parámetros de dinámica nutricional, de correlación entre nutrientes

y de eficiencia agronómica. Los resultados permiten concluir consistentemente que la dinámica nutricional de N, P y K no solo cambió en relación a los tratamientos implementados, sino que afectó la dinámica de prácticamente todos los otros nutrientes evaluados, lo que se confirmó al analizar la eficiencia agronómica de los nutrientes aplicados, por cuanto las diferencias en las magnitudes de este parámetro correspondieron a desbalances nutricionales.

De forma similar, Merino (2013) realizó un experimento en el vivero del Fundo Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, entre agosto y diciembre del 2010, con el propósito de evaluar el efecto nutricional de los abonos orgánicos mediante la adición de microorganismos eficientes de bosques (MEB) y uno de formulación comercial (MEC®) en el crecimiento de plantones de cacao CCN - 51, bajo condiciones de vivero. Para tal efecto se aplicó 200 g de abonos del tipo bocashi, gaicashi y compost con y sin procesamiento de MEB y MEC® a cada unidad experimental que constaba de una bolsa de vivero de 1000 cc de capacidad total. En total el experimento constó de 11 tratamientos. Se logró determinar que ninguno de los tratamientos tiene influencia en la germinación de las semillas y volumen radicular; sin embargo, existen diferencias significativas en altura de plantas, diámetro de tallos, número de hojas, volumen de raíces, peso fresco y seco e incidencia de enfermedades los otros parámetros evaluados. Así mismo del análisis nutricional el compost sólo y con incorporación de los microorganismos (MEC® y MEB) registran los menores contenidos nutricionales respecto a los otros tipos de abonos, mientras que los tratamientos con abonos orgánicos con y sin incorporación microorganismos (MEC® y MEB) y fertilización con NPK superan estadísticamente al testigo (solo suelo), expresando una reducción del 50%.

De igual modo, Ramírez *et al.* (2013**)** probó en un ensayo realizado en Ecuador, el efecto de un sustrato mejorado con 4 tipos diferentes de abonos orgánicos y un testigo en la producción de plántulas de cacao en etapa de vivero, teniendo en cuenta que la principal fuente de desarrollo es el sustrato; y se analizó la dinámica del crecimiento a partir de los indicadores fisiológicos como el porcentaje de germinación, altura de la plántula, diámetro del tallo y porcentaje

de sobrevivencia. Los resultados demuestran que en la germinación de las semillas el mejor tratamiento fue el sustrato de suelo, arena y humus de lombriz (S+A+HL) con cubierta de cesta y el tratamiento de suelo arena y compost (S+A+C) en cubierta de plástico, obteniéndose en ambos tratamientos el 100% de germinación. Para la altura de la plántula y el diámetro del tallo el mejor sustrato fue la mezcla de suelo, arena y estiércol de cuy (S+A+EC) con un promedio del 35 cm de altura y 8,72 mm de diámetro del tallo en la cubierta de plástico. Los sustratos empleados contenían una mezcla de suelo del lugar, arena lavada de río y materia orgánica.

Por otro lado, Rodríguez (2013) efectuó un trabajo de investigación en Ecuador, con el propósito de determinar la dosis adecuada de algas marinas aplicadas en el sustrato y su efecto en la germinación de semillas y características fenotípicas de cacao, así como analizar económicamente los tratamientos de estudios. El trabajo se realizó en vivero; la unidad experimental estuvo conformada por 25 plantas; los tratamientos fueron en total ocho y consistieron en la aplicación de algas marinas a las semillas y a los sustratos para la producción de plantas. Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo grupal. Agronómicamente, las aplicaciones en mezcla de algas marinas con el sustrato dieron los mejores resultados, en lo que respecta a porcentaje de germinación, altura de planta, volumen radical y el número de plantas al final del experimento para su comercialización. Las algas marinas, de acuerdo a esta investigación y por los costos de éstas, no es rentable su uso para la práctica de producción de plantas de cacao en vivero, donde el tratamiento testigo alcanzó el mayor beneficio.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. Origen y clasificación taxonómica.

Según estudios de Palencia (2003) el cacao tiene su origen en el área del Alto Amazonas, que comprende países como Colombia, Ecuador, Perú, y Brasil, donde se ha encontrado una alta variabilidad. Desde este lugar de origen, las especies se fueron difundiendo y evolucionando en dos grupos de cacao con características fenotípicas y genotípicas bien definidas, las cuales

corresponden a los cacaos Criollo y Forastero.

Por su parte, el INIA (2009) describe la clasificación taxonómica como sigue:

Reino : Plantae (plantas).
Subreino : Tracheobionta (plantas vasculares).
División : Magnoliophyta (plantas con flores, ansgiospermas).
Clase : Magnoliopsida (dicotiledóneas).
Subclase : Dilleniidae.
Orden : Malvales.
Familia : Esterculiácea.
Subfamilia: Byttnerioideae.
Género : Theobroma.
Especie : cacao L.

2.2.2. Características morfológicas.

Según Anecacao (2007), el cacao es una especie diploide (2n = 20 cromosomas), de porte alto (8 a 20 m de altura) y de ciclo vegetativo perenne. Crece y se desarrolla usualmente bajo sombra en los bosques tropicales húmedos de América del Sur y además tiene las siguientes características:

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

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

Las hojas son enteras, de 15 a 50 cm de longitud y de 5 a 20 cm de ancho, con ápice acuminado o romo; simétricas en el brote orto trópico y/o asimétricas en las ramas plagio trópicas. La forma del limbo pueden ser: elíptica,

ovada o abovada, con peciolos que presentan dos engrosamientos, denominados “pulvínulos”, uno en la inserción con el tallo, y otro en la inserción con el limbo foliar. En las ramas plagiotrópicas, los dos pulvínulos están casi unidos. Los brotes tiernos generalmente presentan pigmentación antocianina, con excepción de árboles mutantes, que son completamente despigmentados.

Las flores, son hermafroditas, pentámeras (5 sépalos, 5 pétalos, 5 estaminodios, 5 estambres, y 5 lóculos por ovario), completas (todos sus verticilios florales) y perfectas (con androceo y gineceo). Estas aparecen en el tronco en forma solitaria o en grupos (“cojines florales”). Su diámetro oscila entre 1 a 1.5 cm de los sépalos son de prefloración valvar con o sin pigmentación antocianina. Los pétalos son de prefloración imbricada y presentan dos partes distintas, una basal cóncava y otra apical con el extremo inferior unguiculado, y el superior amplio y con el ápice redondeado. Los 5 estambres están bifurcados en el ápice y cada bifurcación posee una antera biteca. Los 5 estaminodios son infértiles y actúan como órganos de atracción de insectos y/o protección del gineceo El ovario es súpero, pentacarpelar y pentalocular. Cada lóculo contiene dos series de óvulos anátropos de placentación axial, pudiéndose encontrar en promedio de 30–60 óvulos por ovario.

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

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

2.2.3. Sistemas de propagación del cacao.

El INIA (2006) sostiene que, el cultivo de cacao se puede propagar

en forma sexual (por semilla botánica) y en forma asexual (estacas, acodos e injertos).

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

Preferentemente, las semillas deben ser adquiridas de campos productores oficiales. En caso de no contar con campos productores de semillas oficiales, se puede suplir esta carencia haciendo una buena selección de las "plantas madres" a partir de las cuales se obtendrá la semilla.

Propagación asexual o vegetativa: Este tipo de propagación es por medio de partes vegetativas de la planta seleccionada. No implica un cambio en la constitución genética de la nueva planta ya que todas las características de la planta madre se presentan en la nueva planta. Sin embargo, factores del clima, tipo de suelo, ataque de enfermedades pueden modificar la apariencia de la planta, flores o de los frutos sin que se haya dado un cambio genético. La propagación asexual se puede realizar por medio de estacas o ramillas.

2.2.4. Vivero en cacao.

El vivero se considera como el área delimitada de terreno y debidamente preparada, con el propósito fundamental de obtener la multiplicación y producción de plantas resistentes, libres de enfermedades y con características fenotípicas y genotípicas únicas, hasta el momento en que estén en condiciones para ser plantadas en el sitio definitivo (Corpoica 2007).

Para establecer un vivero, primero se selecciona un terreno plano, con buen drenaje, de fácil acceso o cerca de una fuente de agua. Para la siembra de una hectárea hay que alistar unas 750 bolsas de color negro, con perforaciones para el drenaje, con un tamaño mínimo de 15 x 20 cm (6 x 8 pulgadas); si el área es grande, conviene hacer semilleros que estén cercanos

al sitio definido para su siembra final. Se debe proteger el vivero contra vientos fuertes y hacer un cerco para evitar los daños que ocasionan los animales (INIAP Amazonía 2009).

Adicionalmente, se debe construir una sombra apropiada sobre el vivero, al menos un 50% de sombra como mínimo; utilizando materiales de la zona o un techo de palma. Se sugiere preparar un buen sustrato para llenar las bolsas, mezclando una parte de tierra negra bien desmenuzada con una parte de abono orgánico. Estas bolsas deben estar llenas hasta el borde con el sustrato, dejando la tierra bien apretada. Y se debe acomodar las bolsas en doble hilera separadas de 15 a 20 cm y ubicadas en dirección este-oeste (INIAP Amazonía 2009).

En épocas de sequía se debe regar diariamente, sobre todo en la mañana y en la tarde, tratando de mojar bien las hojas y la tierra. Se recomienda eliminar cada semana, las malas hierbas presentes en las fundas, procurando arrancarlas a mano, no usar herbicidas. Controlar las enfermedades o plagas, en caso necesario, y retirar con cuidado las plantas enfermas o muertas. Aplicar cada mes abonos orgánicos líquidos como biol o purines, al follaje y a la raíz (Corpoica 2007).

2.2.5. Requerimientos nutricionales de plántulas de cacao en vivero.

Las plántulas de cacao en vivero por lo general presentan síntomas muy notorios de deficiencia de elementos nutricionales como: N-P-K-Mg-Fe y B, debido a la utilización de sustratos de baja fertilidad o con desbalances en sus componentes. En dichos casos, no se hace uso del análisis químico para la aplicación oportuna de elementos deficitarios. Teniendo en cuenta la corta permanencia de las plántulas en vivero, se debe hacer uso de fertilizantes de acción rápida como los de síntesis química, ya sean de aplicación edáfica o foliar (Corpoica 2007).

En la aplicación de fertilizantes químicos para sustratos con bajos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, se recomienda hacer aplicaciones foliares de urea en dosis de 100 gramos por 20 litros de agua en plántulas de 45 días. A los 75 días de edad de las plántulas se deben hacer aplicaciones de

nitrógeno, fósforo y potasio, en una relación 15-45-30 de los tres elementos, respectivamente. En términos de cantidades se pueden suministrar 3 gramos de N, 9 gramos de P y 6 gramos de K, para plántulas que crecen en bolsas de 3 kilogramos de sustrato (Corpoica 2009).

Según Meza (2004), es una labor importante para el desarrollo de las futuras plantaciones, pudiéndose realizar la fertilización mineral, la orgánica, o una combinación de ambas, pero de manera general, debe lograrse en todo momento que la postura esté fuerte y vigorosa, sin deficiencias nutricionales aparentemente visibles. Los nutrientes que en mayor cantidad extrae la planta son el nitrógeno, el potasio, el fósforo, el calcio y el magnesio.

Se puede señalar que el nitrógeno interviene directamente en el crecimiento y desarrollo de la planta, el fósforo favorece el desarrollo del sistema radicular, el crecimiento y desarrollo de la planta y el potasio es imprescindible para la floración y fructificación. Experiencias realizadas han demostrado que la fertilización orgánica es muy beneficiosa cuando se aplica en la fase de vivero, por lo que siempre que sea posible debe utilizarse materia orgánica, que ha demostrado buen efecto como estimuladores de crecimiento en la fase de vivero (Meza 2004).

Gómez y Vásquez (2011) mencionan que las plántulas de cacao normalmente permanecen de cinco a seis meses en el vivero. En muchos casos no alcanzan el vigor necesario para su siembra (40 cm de altura) ocasionado por manejo inadecuado del riego, de la fertilización y de sustratos, entre otros, lo que se aduce que al utilizar un sustrato pobre en nutrientes, la altura de planta no será la ideal para el trasplante a los 6 meses después de la siembra.

Según, Flores (2004) un concepto que podría utilizarse a la hora de definir un fertilizante para plantas, es contemplar la relación Fósforo (P) Nitrógeno (N) y Potasio (K). De este modo, si la fertilización se realiza con un criterio de reposición, la aplicación de una dosis apropiada podría restituir de manera equivalente la extracción realizada para estos nutrientes.

Los macronutrientes o nutrientes primarios (NPK) se necesitan en grandes cantidades, y tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o

más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales (Flores 2004).

Para, Canovas y Díaz (1993) el nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3) o de amonio ($NH4^+$). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes.

El Fósforo (P), que suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o dónde la fijación limita su disponibilidad (Canovas y Díaz 1993).

Según, Canovas y Díaz (1993) el Potasio (K), que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.

Para Flores (2004), el manganeso, aunque no forma parte de la molécula de la clorofila, parece ser necesario para que la planta realice la síntesis de la misma. Su acción parece ser de orden catalítica, estando en relación con procesos redox, actividad respiratoria y ejerciendo una cierta influencia en el

transporte y la utilización del hierro en la planta.

La deficiencia ligera de manganeso se manifiesta semejante a la carencia suave de zinc, origina manchas verdes a lo largo de los nervios principales de la hoja y zonas cloróticas más pequeñas entre los nervios, aunque las zonas de color más claro no amarillean como ocurre en las carencias de zinc. Cuando existe carencia aguda de manganeso se observa una reducción de desarrollo, así como la muerte de brotes y ramas, por lo cual da al árbol un aspecto débil y ralo (Canovas y Díaz 1993).

ABC AGRO (2002), clasifica a los fertilizantes sólidos en fertilizantes simples y compuestos. Los fertilizantes simples son aquellos constituidos por un solo nutriente primario, aunque éste posea uno o más elementos nutrientes, por otro lado, los fertilizantes compuestos son aquellos que contienen dos o más fertilizantes simples o elementos nutritivos, pueden considerarse fertilizantes de 2, 3 y hasta 6 elementos nutritivos correspondientes a los 6 elementos principales, o de más elementos, si se añaden los oligoelementos. Dentro de los fertilizantes compuestos existen aquellos que son obtenidos mediante mezclas físicas entre las materias primas (N, P, K) denominados “compuestos completos”, y aquellos que son obtenidos mediante reacciones químicas entre las materias primas (N, P, K) denominados “compuestos complejos”.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN.

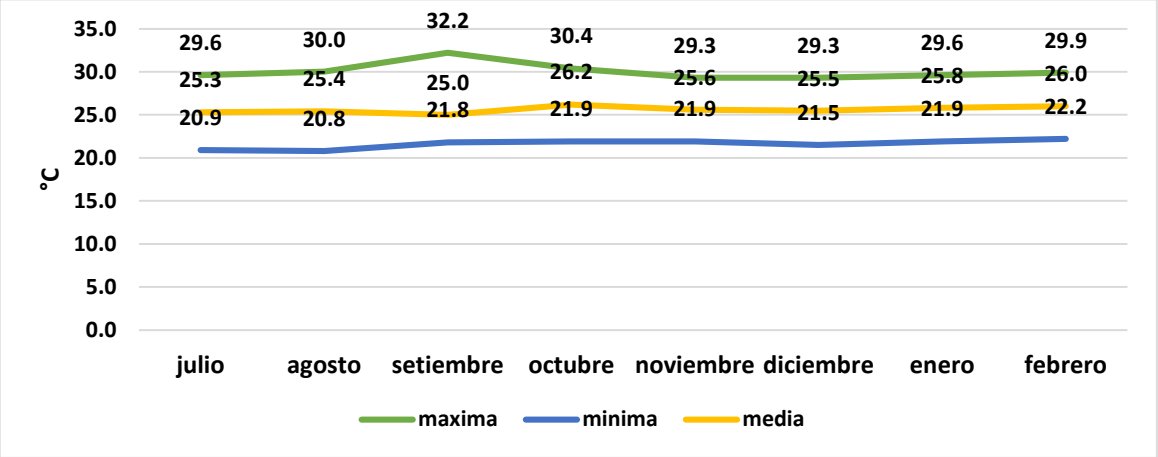
La investigación se llevó a cabo en el fundo López ubicado en el Caserío Río Negro en el distrito de Aguaytía, en la provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali con las siguientes coordenadas geográficas: Longitud 74º53”00”, Latitud 08º24”25” y Altitud 284 m.s.n.m.

3.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE PADRE ABAD.

Según el diagrama climático de las zonas de vida de Holdridge, adaptado por Aybar-Camacho (2017) la zona se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosques tropicales semi-siempre verde estacional”.

3.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.

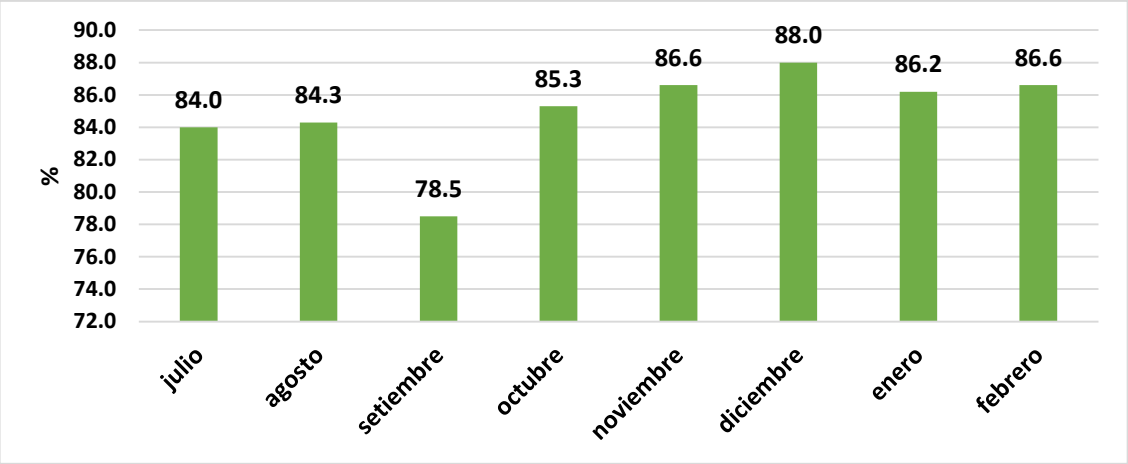
La temperatura máxima alcanza los 32.2 °C en el mes de septiembre durante la estación seca y la mínima de 20.8 °C en el mes de agosto en la misma estación seca, mientras que durante la estación lluviosa, las temperaturas máxima y mínima fueron reportadas en los meses de febrero y diciembre con 29.9 y 21.5 °C, respectivamente, según refiere la Estación Meteorológica Aguaytía Boquerón de la UNU y conforme se observa en la Figura 1.



Fuente: Estación Meteorológica Boquerón.

Figura 1. Temperatura mensual durante el experimento.

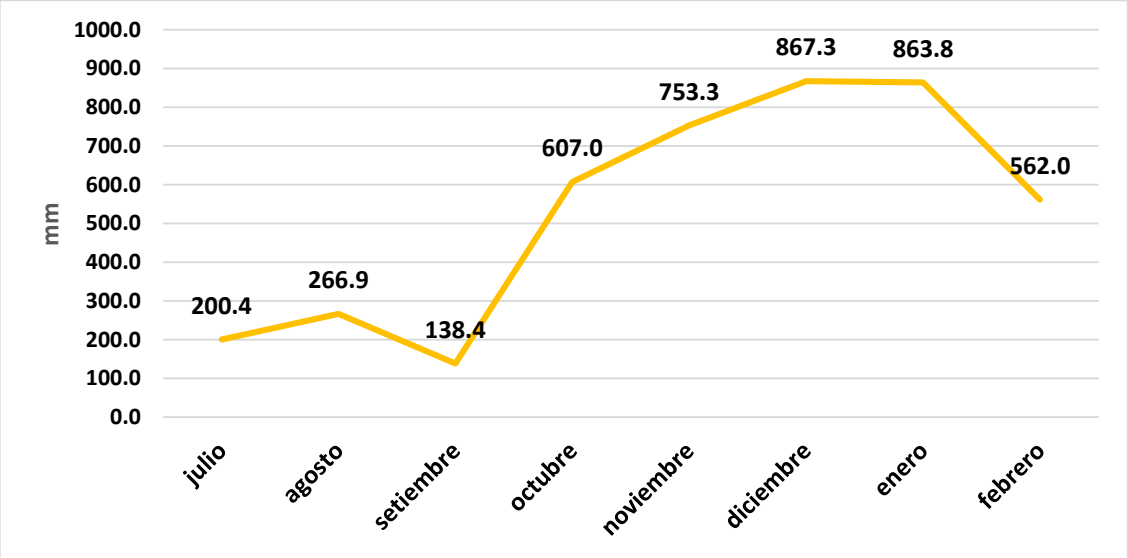
Por su parte, la humedad relativa varía entre 84.0% para el mes de julio durante la estación seca y 88.0% para el mes de diciembre en la estación lluviosa, según el reporte de la Estación Meteorológica Aguaytía Boquerón de la UNU, y conforme se observa en la Figura 2.



Fuente: Estación Meteorológica Boquerón.

Figura 2. Humedad relativa mensual durante el experimento.

Los datos de precipitación pluvial registrados por la Estación Meteorológica Aguaytía Boquerón de la UNU y mostrados en la Figura 3, reportan los valores más altos en los meses de diciembre y enero, durante la estación lluviosa, tendiendo a disminuir en el mes de febrero, sin embargo son superiores a los que se encuentran en los meses de julio y septiembre, durante la estación seca, con 200.4 y 138.4 mm, respectivamente.



Fuente: Estación Meteorológica Boquerón.

Figura 3. Precipitación pluvial mensual durante el experimento.

3.4. MATERIALES.

3.4.1. Material genético.

Se utilizaron semillas de cacao forastero.

3.4.2. Fertilizantes.

Los fertilizantes que se utilizaron en la investigación fueron: Urea (46%N), Superfosfato triple de calcio (46% P2O5) y cloruro de potasio (60% K2O).

3.4.3. Herramientas y equipos.

Se utilizaron cámara digital vernier, wincha, balanza, malla rashell, bolsas de vivero y sustrato.

3.5. ZONA DE ESTUDIO.

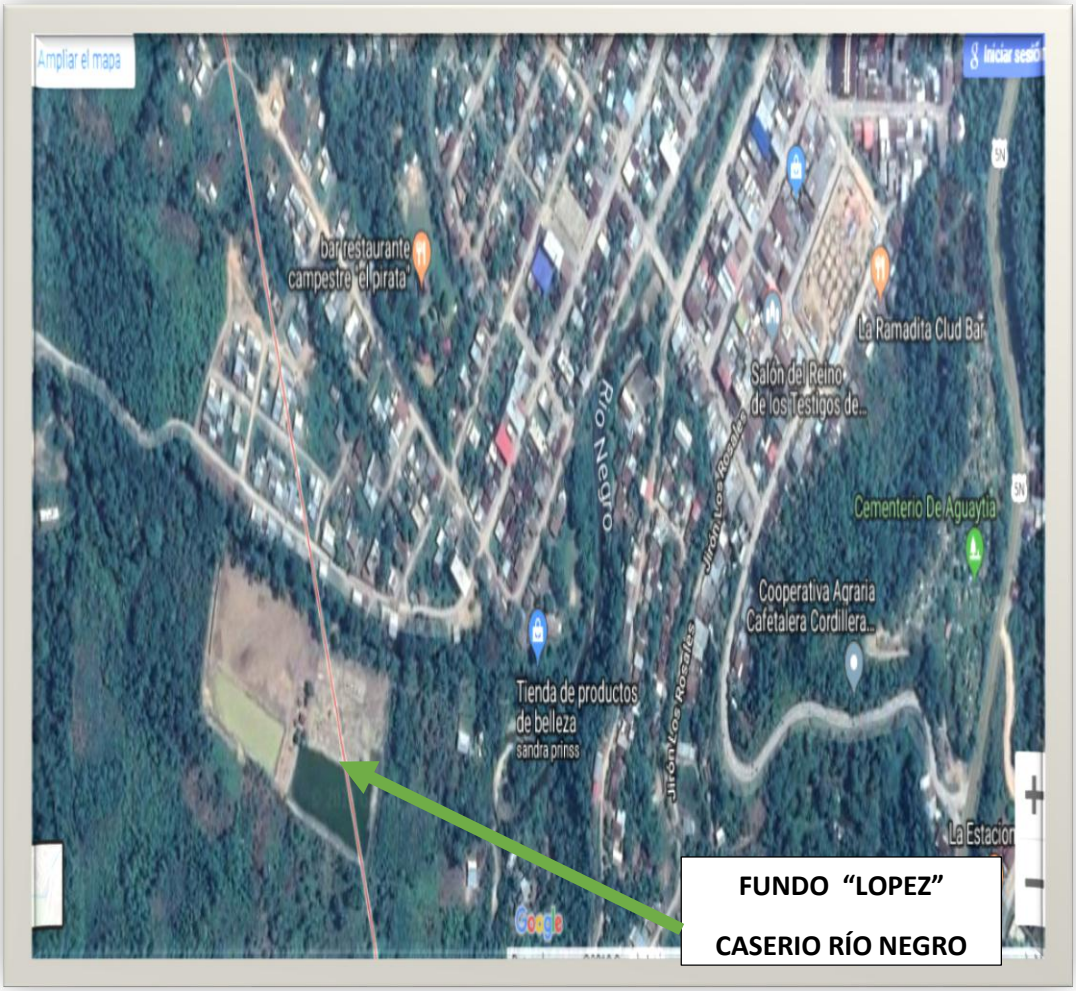


Figura 4. Croquis de la zona de estudio.

3.6. METODOLOGÍA.

El trabajo de investigación fue experimental, de campo y comparativo buscando explicar de manera científica el efecto de las variables independientes sobre las variables dependientes.

Tuvo una duración de 4 meses a partir de la fecha de instalación que fue 10 de octubre del 2017 hasta el 10 de enero del 2018.

3.6.1. Tratamientos evaluados.

Cuadro 1. Características de los tratamientos en estudio.

N°	Tratamientos	Adición por nutriente		
		N	P	K
T1	Tierra negra (60%) + arena (40%) (TN + A)	0	0	0
T2	Tierra amarillo rojiza (60%) + arena (40%) (TA + A)	0	0	0
T3	Compost 200g (10%)+ tierra negra (50%) + arena (40%) (TN +A + C 200)	Compost 200 g		
T4	Tierra negra (60%) + arena (40%) (TN + A+1.19 N +.0.69P + 1.47 K)	1.19 g	0.69 g	1.47 g
T5	Tierra negra (60%) + arena (40%) (TN + A+ 1.79 N +.1.04P + 2.20 K)	1.79 g	1.04 g	2.20 g
T6	Tierra negra (60%) + arena (40%) (TN + A + 2.39 N + 1.39 P + 2.94 K)	2.39 g	1.39 g	2.94 g

Cuadro 2. Contenido nutricional de los tratamientos.

Nutriente g / bolsa				Adición por fertilizante			
Trat.	**N**	**P**	**K**	**UREA**	**STC**	**CLK**	**Total**
T1	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0	0	0
T3	Compost 200 g			Compost 200 g			
T4	1.19 g	0.69 g	1.47 g	2.60 g	1.52 g	2.45 g	6.57 g
T5	1.79 g	1.04 g	2.20 g	3.90 g	2.28 g	3.67 g	9.85 g
T6	2.39 g	1.39 g	2.94 g	5.20 g	3.00 g	4.90 g	13.14

3.6.2. Operacionalización de las variables.

3.6.2.1. Variables independientes.

Las dosis de NPK por cada tratamiento se pesaron simultáneamente en una balanza analítica, primero el P, luego el K y por último el N, después se procedió a mezclarlos y amarrarlos en una bolsita de acuerdo a los tratamientos, en cantidades establecidas se aplicaron de manera directa en el sustrato, en forma fraccionada, la primera a los 30 días después de la siembra y la segunda a los 15 días después de la primera aplicación. Para el caso del compost se procedió a pesar 200 g por cada bolsa y se mezcló de manera directa con el sustrato antes de la siembra.

3.6.2.2. Variables dependientes.

Altura de plántula: Para esta variable, se seleccionó al azar 10 plántulas de cada tratamiento y con la ayuda de una wincha métrica se tomó la altura en cm desde la base del cuello del tallo hasta la última guía que está emergiendo, a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Diámetro del tallo por plántula: Para esta variable, se utilizó un vernier para determinar el diámetro del tallo de las 10 plantas por cada tratamiento, a los 30, 60, 90 y 120 días y se expresó en centímetros. Todo esto se realizó en el mismo vivero.

Número de hojas por plántula: Para esta variable se seleccionó al azar 10 plántulas de cada tratamiento y luego se realizó el conteo de todas las hojas por cada plántula, anotándose los resultados en la libreta de campo. La evaluación se efectuó a los, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Área foliar por plántula: La evaluación se realizó a los 30, 60, 90 y 120 días. Para esta variable, se tomó 3 plantas seleccionadas del tercio medio de la planta, cuya área foliar fue medida mediante el método del papel milimetrado y el promedio se expresó en cm^2 por cada tratamiento.

Longitud de raíces por plántula: Para esta variable, se utilizó una wincha métrica para determinar la longitud radicular a los 120 días

después de la siembra y se expresó en centímetros. En el cual se tuvo que quitarle la tierra a la raíz y ponerlo en una mesa para poder medirlo. Se expresó en centímetros.

Peso de raíces por plántula: El peso de la raíz se realizó a los 120 días, a los 4 meses al final. Para ello, se sacudió la tierra que tenía la raíz luego se procedió a pesarlo en una balanza analítica, el pesado se realizó en el laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Ucayali, y se expresó el peso en gramos. Se pesó planta por planta.

Peso fresco y seco de la parte foliar: Se realizó al final de los 4 meses. El peso fresco se realizó en primera instancia se cortó la raíz de la planta luego se procedió a pesarlo en la balanza analítica se pesó planta por planta. Se expresó el peso en gramos. El peso seco se hizo después de haber hecho el peso fresco, se colocó a la estufa hasta deshidratarlo totalmente, para ambos se utilizó una balanza analítica. Se expresó el peso en gramos.

Composición química de los sustratos al inicio y final del ensayo: Esta actividad se realizó en el Laboratorio de suelos del INIA Pucallpa mediante el análisis de las bases intercambiables del sustrato al inicio y al finalizar el ensayo por cada uno de los tratamientos, separando 200 g de sustrato debidamente seco y tamizado para su respectivo análisis en el laboratorio.

3.7. DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO.

3.7.1. Diseño experimental.

Para el presente estudio, se utilizó un (DCA) Diseño completo al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Cada repetición estuvo conformada por 25 plántulas de cacao.

3.7.2. Modelo matemático.

$$Yij = U + Ti + Eij$$

Donde:

Yij = Observación dei-ésimo tratamiento en la j-ésima medida repetida del

estudio.

U = Media general.

Ti = Efecto de i- esimo tratamiento en estudio.

Eij = Error residual.

El análisis de varianza correspondiente al experimento, muestra las siguientes características.

Cuadro 3. Análisis de varianza (ANOVA).

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad
Repeticiones	4 – 1 = 3
Tratamientos	6 – 1 = 5
Error	(4 -1) (6-1) = 15
Total	(4) (6) – 1 = 23

Para efectos de comparación y análisis se realizó la prueba de comparación de medias según Tukey, con una significancia del 5%.

3.7.3. Características del experimento.

Campo experimental:

- Largo: 9 m.
- Ancho: 6 m.
- Área total: 54 m^2.
- Nº de tratamientos: 6.

Unidad experimental:

- Nº Total de UE: 24.
- Largo: 1 m.
- Ancho: 1 m.
- Área total: 1 m^2.
- N° de plantas útiles: 9.
- N° de plantas por UE: 25.
- N° total de plantas: 600.

Croquis experimental:

6 m

R1T3	**R2T4**	**R3T2**	**R4T5**
R1T4	**R2T6**	**R3T1**	**R4T2**
R1T2	**R2T1**	**R3T5**	**R4T3**
R1T5	**R2T3**	**R3T6**	**R4T6**
R1T1	**R2T5**	**R3T4**	**R4T1**
R1T6	**R2T2**	**R3T3**	**R4T4**

9 m

1.0 m **1.0 m** **1.0 m** **1.0 m**

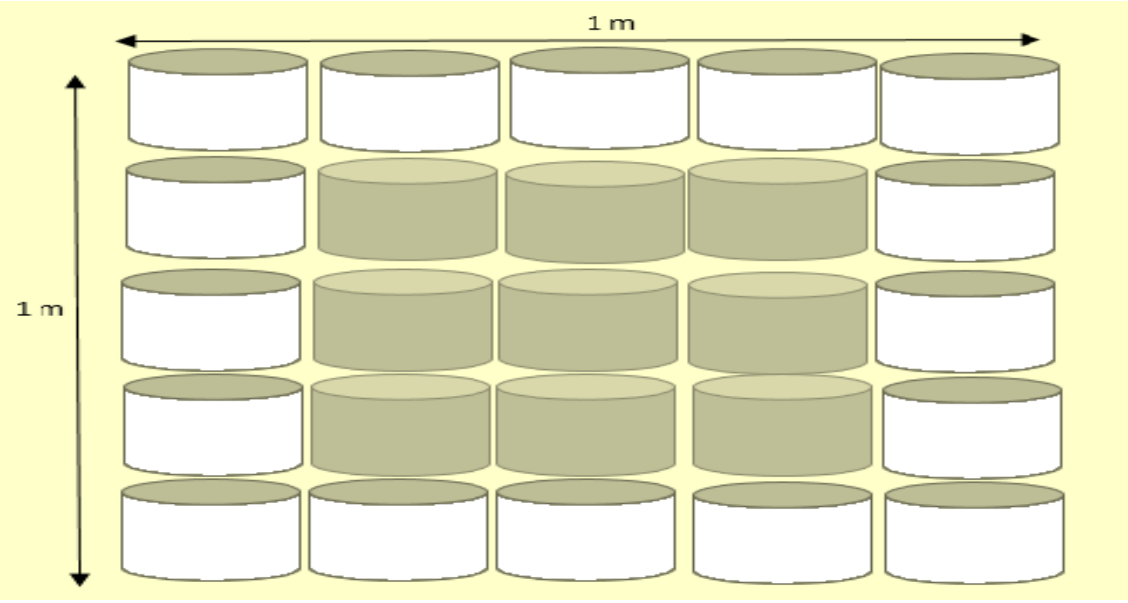


Figura 5. Croquis del área experimental.

3.8. EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO.

3.8.1. Demarcación de la parcela y tratamientos.

La demarcación de las unidades experimentales se efectuó empleando una wincha, midiendo el área experimental y separando 25 plantas por unidad experimental, de acuerdo a la disposición experimental que se considera en el trabajo de investigación.

3.8.2. Preparación del sustrato.

Para obtener buenos plantones, se utilizó tierra superficial porque es rica en materia orgánica y nutrientes (tierra negra), procurando que no tenga piedras, ramas, palos y otros cuerpos extraños. Se preparó la mezcla con una relación de 60% de tierra negra y 40% de arena. El material, una vez listo para su uso, fue mezclado con el fertilizante, según los tratamientos evaluados.

3.8.3. Llenado de las bolsas.

El sustrato se llenó en las bolsas negras hasta el borde, compactándolos contra el piso para no dejar espacios porosos con aire, y con perforaciones para el drenaje requerido y evitar la presencia de enfermedades, con un tamaño mínimo de 18 x 30 cm y una capacidad de 2 Kg; posteriormente se regaron y se dejaron reposar por 15 días antes de la siembra.

3.8.4. Siembra.

La siembra de cacao se realizó con semilla de la variedad Forastero en forma manual colocando una semilla por bolsa, a una profundidad de 2 cm; la semilla seleccionada fue del tercio medio de la mazorca del cacao y previamente tratada.

3.8.5. Control de malezas.

Se controló manualmente, dependiendo de su agresividad y tamaño, con la finalidad de evitar la competencia por agua y nutrientes, de esta manera obtener plantas vigorosas y con buena producción.

3.8.6. Riego.

Los riegos se realizaron en los meses donde fueron necesarios,

antes de las 9 de la mañana y después de las 4 de la tarde.

3.8.7. Control fitosanitario.

Se aplicaron todos los controles requeridos para que el cultivo no sufra el ataque de patógenos y de plagas.

3.8.8. Evaluaciones permanentes de las actividades.

El presente trabajo de investigación tuvo en cuenta hasta cuatro evaluaciones de las variables de crecimiento a partir de los 30 días después de la germinación de las semillas y posteriormente cada 30 días hasta completar las 4 evaluaciones de campo.

3.8.9. Tabulación de los datos.

Después de los 4 meses de duración del trabajo de investigación, se procedió a realizar trabajos en gabinete y realizar la tabulación de los datos registrados durante la ejecución del mismo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. ALTURA DE PLANTA.

A los 30 días después de la siembra, todos los tratamientos mostraron similar comportamiento en altura de planta a excepción del tratamiento T4 (tierra negra + arena +1.19 N + 0.69 P +1.47 K) ya que superó ligeramente a los demás tratamientos con 18.3 cm, y el valor más bajo fue obtenido por el tratamiento T2 (tierra amarillo rojiza + arena) con 16.0 cm (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados de altura de planta en 4 evaluaciones.

Tratamientos	Días después de la siembra			
	30	60	90	120
Tierra negra + arena	17.6 b	21.2 a	21.3 b	21.4 b
Tierra amarillo rojiza + arena	16.0 b	17.5 b	18.3 b	18.5 b
Tierra negra + arena + Compost 200g	17.6 b	25.1 a	32.3 a	33.8 a
Tierra negra+arena+1.19 N + 0.69 P2O5 + 1.47 K2O	18.3 a	18.8 b	21.5 b	22.5 b
Tierra negra+arena+1.79 N + 1.04 P2O5 + 2.20 K2O	17.1 b	19.3 b	20.3 c	25.2 b
Tierra negra+arena+2.39 N + 1.39 P2O5 + 2.94 K2O	14.9 b	16.8 b	19.2 c	20.9 b

Estos resultados iniciales demuestran la respuesta del vigor inicial de la planta los diferentes tratamientos y son ligeramente superiores a los reportados por Merino (2013) en Tingo María, quien concluye que a los 30 días después de la siembra, los tratamientos bocashi + EM, compost, fertilización NPK y el testigo obtuvieron 15.8; 15.0; 15.2 y 14.7 cm de altura de planta, respectivamente.

A los 60 días después de la siembra, los tratamientos T3 (tierra negra + arena + compost 200) y T1 (tierra negra + arena) superiores significativamente a todos los demás tratamientos, con 25.1 y 21.2 cm, son mostrar diferencias entre ellos para la variable altura de planta, conforme se aprecia en el cuadro 4. Estos resultados se asemejan a los encontrados por Merino (2013) en Tingo María, determinando que a los 50 días después de la siembra, los tratamientos bocashi + EM, compost, fertilización NPK y el testigo obtuvieran 20.2; 19.5; 18.4 y 18.3 cm de altura de planta, respectivamente.

A los siguientes 90 días después de la siembra, ya se observa una

superioridad significativa del tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200) en esta variable con 32.3 cm de altura, respectivamente, por encima de los demás tratamientos probados, en los que T5 (tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P + 2.20 K) y T6 (tierra negra + arena + 2.39 N + 1.39 P +2.94 K) alcanzaron los últimos lugares con 20.3 y 19.2 cm cada uno. Al respecto, un trabajo ejecutado por Merino (2013) en Tingo María probando el efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao determinó que a los 90 días después de la siembra, los tratamientos bocashi + EM, compost, fertilización NPK y el testigo registren en promedio portes de 22.8; 21.7; 20.0 y 19.2 a los 70 días y 29.0; 26.7; 24.0 y 20.0 cm, respectivamente.

Por otro lado, son similares a los resultados de Castro (2014) al aplicar fertilizantes de liberación controlada a los 60 y 90 días después del injerto, encontrando que, la aplicación del fertilizante recubierto por polímeros de lenta liberación y del fertilizante estabilizado con inhibidores de nitrificación presentaron mayor altura de planta a los 60 días después del injerto con 27.7 y 27.3 cm, respectivamente, frente a la aplicación de la dosis alta del fertilizante estabilizado con inhibidores de nitrificación cuya altura fue de 20.7 cm. A los 90 días después del injerto, la mayor altura (33,9 cm) fue obtenida por la aplicación del fertilizante recubierto por polímeros de lenta liberación frente al fertilizante estabilizado con inhibidores de nitrificación, cuya altura fue de 26.7 cm.

A los 120 días después de la siembra, se consolida la superioridad del tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200) para esta variable con 33.8 cm de altura, por encima de un grupo de tratamientos que no muestran diferencias siendo el tratamiento T2 (tierra amarillo rojiza + arena) quien ocupa el último lugar con 18.5 cm. Los resultados son corroborados por Merino (2013) en Tingo María, quien probando el efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao, determinó que a los 112 días después de la siembra, los tratamientos bocashi + EM, compost, fertilización NPK y el testigo lograran 38.4, 32.4, 29.9 y 24.2 cm, respectivamente.

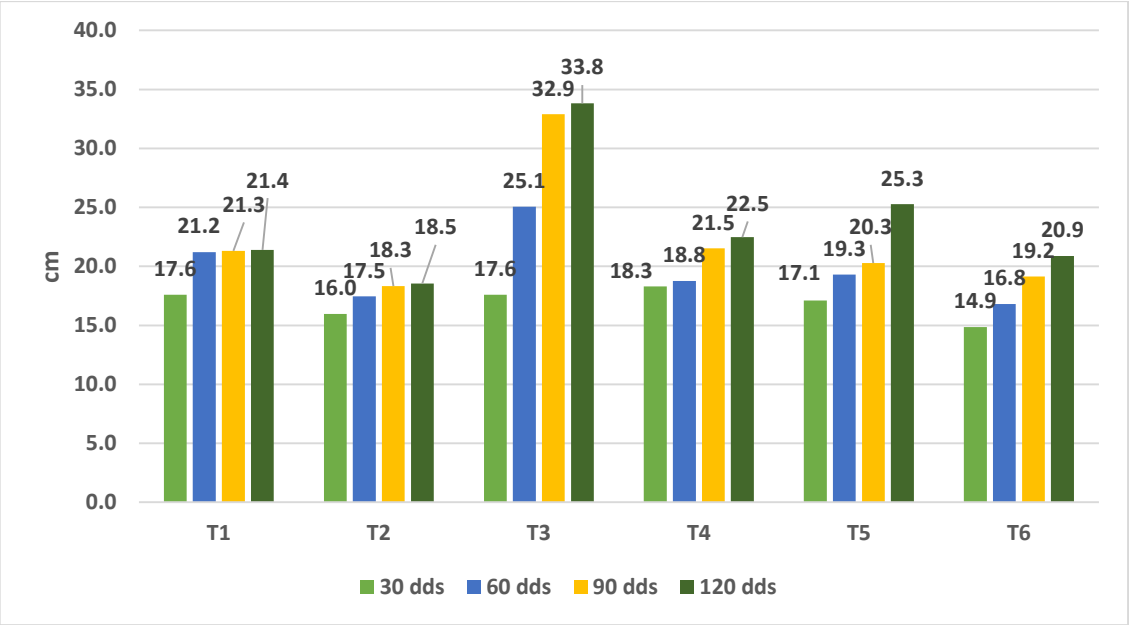


Figura 6. Altura de planta por tratamiento durante 4 evaluaciones.

4.2. DIÁMETRO DE TALLO.

En los primeros 30 días, todos los tratamientos evaluados nos muestran diferencias entre ellos para la variable diámetro de tallo, con valores que oscilan entre 4.9 a 5.4 mm para los tratamientos testigo T1 (tierra negra + arena) y T2 (tierra amarillo rojiza + arena), respectivamente (Cuadro 5). A esta edad, los resultados se notan superiores a los reportados por Merino (2013) en Tingo María quien determinó el efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao, concluyendo que, a los 28 días después de la siembra, los tratamientos bocashi + EM, compost, fertilización NPK y el testigo obtuvieron 3.5; 3.3; 3.1 y 3.2 mm de diámetro de tallo, respectivamente.

Cuadro 5. Resultados del diámetro de tallo (mm) en 4 evaluaciones.

Tratamientos	Días después de la siembra			
	30	60	90	120
Tierra negra + arena	6.0 a	6.1 b	6.2 c	6.7 c
Tierra amarillo rojiza + arena	5.5 b	5.8 b	5.9 d	7.0 b
Tierra negra + arena + Compost 200g	6.5 a	7.3 a	7.5 a	8.3 a
Tierra negra+arena + 1.19 N + 0.69 P205 + 1.47 K2O	5.5 b	6.2 b	6.6 c	7.0 b
Tierra negra+arena+1.79 N + 1.04 P2O5 + 2.20 K2O	5.7 a	6.9 a	7.0 b	7.6 b
Tierra negra+arena + 2.39 N + 1.39 P205 + 2.94 K2O	5.5 b	6.1 b	7.1 b	7.5 b

En esta etapa, los resultados encontrados se muestran superiores a los reportados por Merino (2013) en Tingo María quien, al probar el efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao determinó que a los 49 días después de la siembra, los tratamientos bocashi + EM, compost, fertilización NPK y el testigo obtuvieron 4.1; 4.0; 3.6 y 3.6 mm de diámetro de tallo, respectivamente.

A los 60 días después de la siembra, los datos encontrados para diámetro de tallo muestran un comportamiento variado respecto a la evaluación anterior de la variable, debido a que se presentó un ataque de hongos a nivel radicular que motivó a que se reemplazaran las plantas netas de evaluación. Así, se llegó a determinar que el tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200) supera ligeramente a todos los demás tratamientos con 6.68 mm (en la anterior evaluación tuvo en promedio 6.5 mm) y donde el último lugar fue ocupado por el tratamiento testigo T2 (tierra amarilla + arena) con 5.5 mm de diámetro (a pesar que en la anterior evaluación tuvo en promedio 7.0 mm).

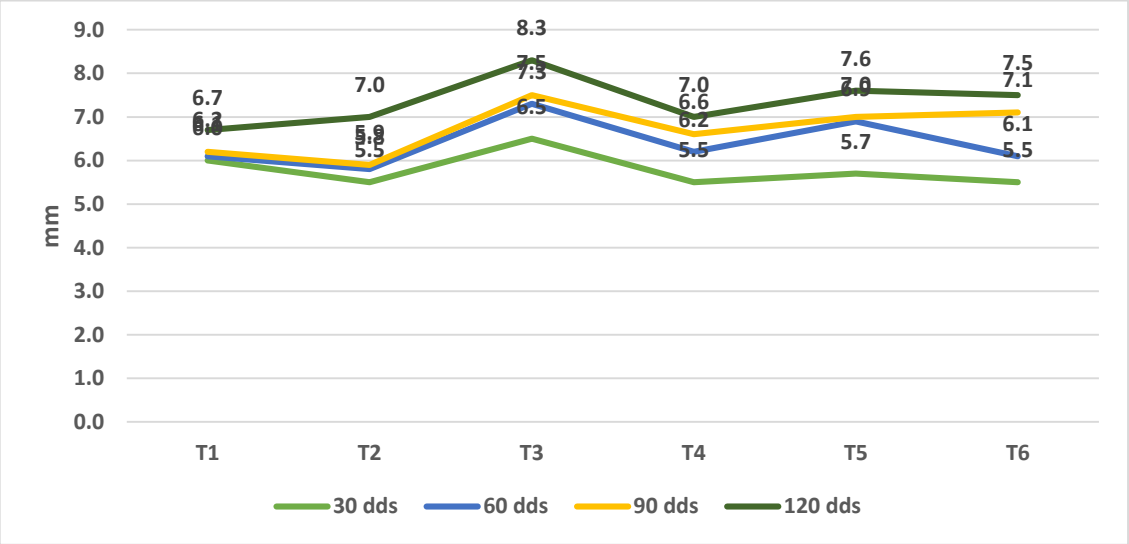


Figura 7. Diámetro de tallo por tratamiento en 4 evaluaciones.

A los 90 días después de la siembra, no se observa una superioridad significativa entre los tratamientos probados, ya que, el tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) en esta variable con 7.3 mm no muestra diferencias con el testigo T1 (tierra negra + arena) que obtuvo 7.1 mm. El menor valor a esta edad fue logrado por las plantas del tratamiento testigo T2 (tierra

amarillo rojiza + arena) con 5.7 mm de diámetro. Estos resultados se consideran similares a los encontrados por Merino (2013) en Tingo María, quien determinó que a los 91 días después de la siembra, los tratamientos bocashi + EM, compost, fertilización NPK y el testigo obtuvieron 6.4; 5.8; 5.2 y 4.8 mm de diámetro de tallo, respectivamente (Cuadro 5).

A los 120 días después de la siembra, todos los tratamientos muestran similitud estadística, con diámetros que oscilan entre 5.5 mm para el testigo T2 (tierra amarilla + arena) y 7.3 mm para el tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) y a los 120 días solo el tratamiento a base de compost supera significativamente a todos los demás tratamientos con 8.3 mm de diámetro. Estos resultados fueron similares a los que reporta Merino (2013) en Tingo María, quien determinó que a los 112 días después de la siembra, los tratamientos bocashi + EM, compost, fertilización NPK y el testigo obtuvieron 7.4; 6.8; 6.2 y 5.6 mm de diámetro de tallo, respectivamente.

4.3. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA.

En los primeros 30 días, los tratamientos ya expresan su potencial genético por efecto de la aplicación de los tratamientos, ya que a esta edad empiezan a expresar toda su capacidad para producir hojas, por ello los promedios van entre 7 a 9 hojas por planta para los tratamientos T6 (tierra negra + arena + 2.39 N + 1.39 P + 2.94 K y T4 (tierra negra + arena + 1.19 N + 0.69 P + 1.47 K) cada uno como se observa en el Cuadro 6.

Al respecto, un ensayo realizado en Tingo María por Merino (2013) muestra resultados por debajo de los encontrados en este trabajo, ya que a los 28 días después de la siembra, determinó que el tratamiento bocashi + EM obtuviera 3.7 hojas por planta sin mostrar diferencias con los tratamientos a base de compost, NPK y el testigo absoluto.

Cuadro 6. Resultado del número de hojas por planta en 4 evaluaciones.

Tratamientos	Días después de la siembra			
	30	60	90	120
Tierra negra + arena	8 a	9 b	11 c	12 b
Tierra amarillo rojiza + arena	8 a	10 a	10 c	11 b
Tierra negra + arena + Compost 200 g	8 a	11 a	17 a	19 a
Tierra negra + arena +1.19 N + 0.69 P2O5 + 1.47 K20	9 a	10 a	12 b	12 b
Tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P2O + 2.20 K2O	9 a	11 a	13 b	19 a
Tierra negra + arena+2.39 N +1.39 P2O5 + 2.94 K2O	7 a	8 b	10 c	11 b

En los siguientes 60 días después de la siembra, ya se presentan diferencias entre los tratamientos probados, notándose un efecto inmediato de la aplicación de los fertilizantes a base de NPK, ya que sobresalen por sus mayores valores junto con el compost. Los tratamientos testigos muestran un retraso inicial, probablemente por la escasa disponibilidad de nutrientes en ambos sustratos.

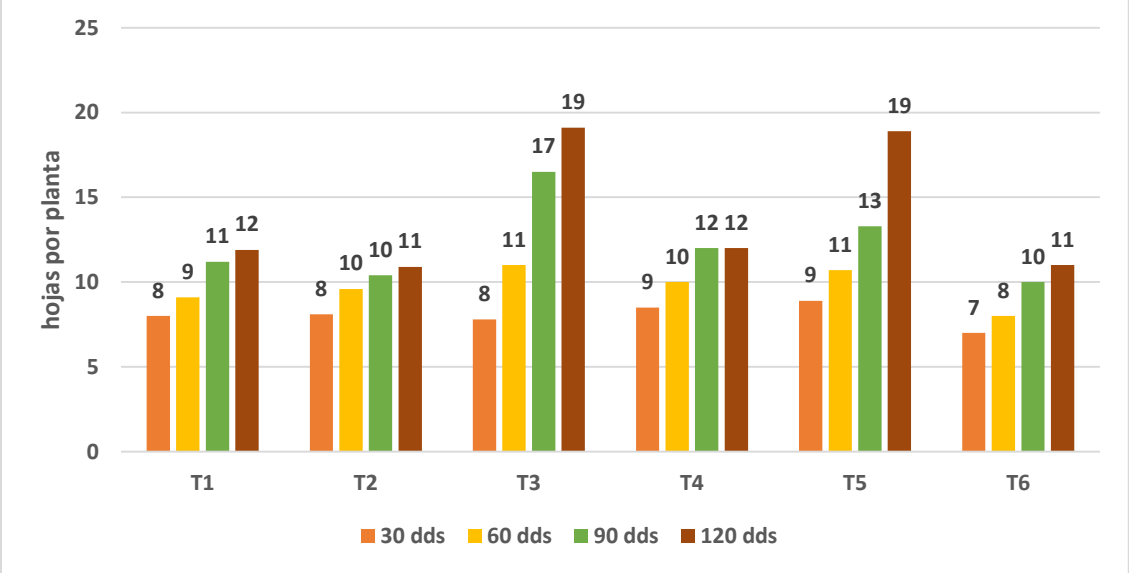


Figura 8. Número de hojas por planta por tratamiento en 4 evaluaciones.

A los 90 días después de la siembra, ya se nota la superioridad del tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) en esta variable con 17 hojas por planta en promedio, respectivamente, por encima de los tratamientos T5 (tierra negra + arena + 1.79N + 1.04P + 2.20 K) y T6 (tierra negra + arena +

2.39N + 1.39P + 2.94 K) quienes obtienen 13 y 10 hojas por planta, respectivamente (Cuadro 6).

A los 120 días después de la siembra, se corrobora la superioridad del tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) para esta variable con 19 hojas por planta, sin mostrar diferencias con el tratamiento T5 (tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P + 2.20 K) el cual obtuvo similar promedio, pero si con los demás tratamientos, siendo el tratamiento T6 (tierra negra + arena + 2.39 N + 1.39 P + 2.94 K) quien vuelve a ocupar el último lugar con 11 hojas por planta.

4.4. ÁREA FOLIAR.

A los 30 días después de la siembra, los tratamientos T1 (tierra negra + arena), T2 (tierra amarillo rojiza + arena T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) y T4 (tierra negra + arena + 1.19 N + 0.69 P + 1.47 K) inician un buen vigor con los mejores valores de área foliar cada uno con 33, 31, 37 y 31 cm^2, sin embargo fueron ligeramente superiores a los tratamientos T5 (tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P + 2.20 K) y T6 (tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P + 2.20 K) con 28 y 24 mm^2 cada uno. Estos resultados se explican porque podrían ser respuesta a la aplicación fraccionada de NPK y por ello, guardan relación con los reportados para las variables altura de planta y número de hojas por planta en los tratamientos probados en el ensayo (Cuadro 7).

A los 60 días después de la siembra, se empieza a notar diferencias más notorias entre tratamientos para esta variable, debido a su mejor vigor de planta y donde el tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200 g), resulta superior significativamente con 86 cm^2. Un segundo grupo que no muestran diferencias involucra a los tratamientos T4 (tierra negra + arena + 1.19 N + 0.69 P + 1.47 K), T5 (tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P + 2.20 K) y T6 (tierra negra + arena + 2.39 N + 1.39 P + 2.94 K) con 77, 75 y 70 mm^2, mientras que los tratamientos testigos T1 y T2 lograron los últimos lugares con 58 y 51 cm^2 de área foliar, sucesivamente.

Cuadro 7. Área foliar (cm^2) por planta en 4 evaluaciones.

Tratamientos	Días después de la siembra			
	30	60	90	120
Tierra negra + arena	33 a	58 b	68 c	75 c
Tierra amarillo rojiza + arena	31 a	51 b	62 c	74 c
Tierra negra + arena + Compost 200g	37 a	86 a	96 a	124 a
Tierra negra + arena + 1.19 N + 0.69 P 2O5 + 1.47 K_2O	31 a	77 b	89 a	90 b
Tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P 2O5 + 2.20 K_20	28 b	75 b	84 a	100 a
Tierra negra + arena + 2.39 N + 1.39 P 2O5 + 2.94 K_2O_5	24 b	70 b	73 b	91 b

A los 90 días después de la siembra, las diferencias para esta variable entre tratamientos son cada vez más notorias, destacando el tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) con 96 cm^2, rezagando al último lugar a los testigos T1 (tierra negra + arena) y a T2 (tierra amarillo rojiza + arena) con solo 68 y 62 cm^2 de área foliar cada uno.

A los 120 días después de la siembra, y conforme se aprecia en la Figura 9, se corrobora la superioridad del tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) para esta variable con 124 cm^2 de área foliar, aun cuando no muestra superioridad estadística con el T5 (tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P + 2.20 K) quien registra 100 cm^2. El último lugar fue ocupado por el T2 (tierra amarillo rojiza + arena) con 74 cm^2.

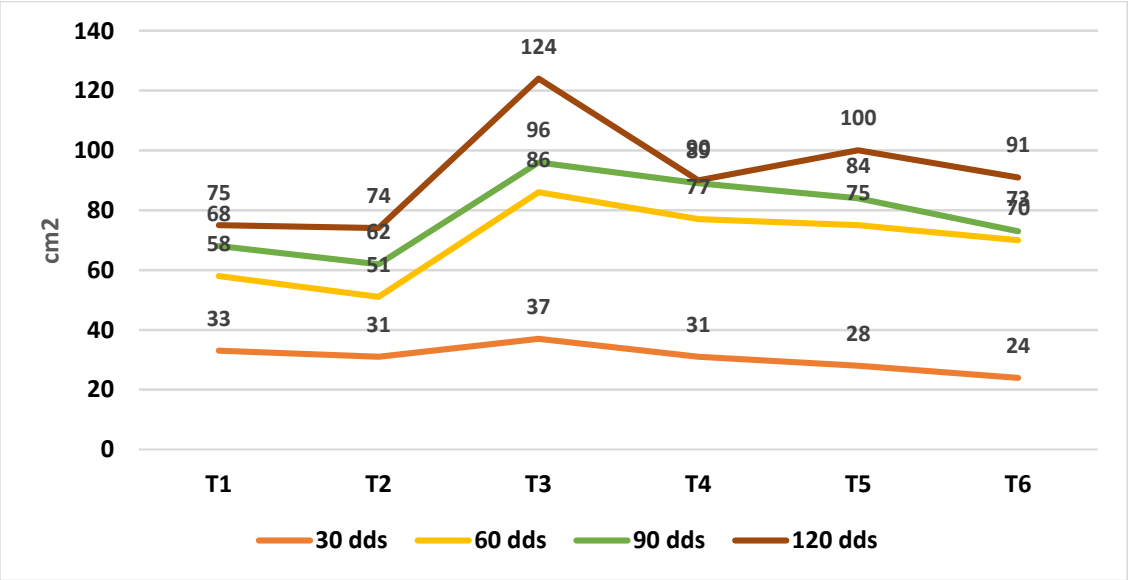


Figura 9. Área foliar por tratamiento en 4 evaluaciones.

4.5. LONGITUD DE RAÍZ.

La evaluación de longitud de raíz al finalizar el ensayo denota una superioridad de los tratamientos T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) y T2 (tierra amarillo rojiza + arena) con 44.0 y 42.3 cm de longitud de raíz, por encima de los tratamientos T1, T4, T5 y T6 que registraron 41.5; 31.9; 30.3 y 28.3 cm, respectivamente.

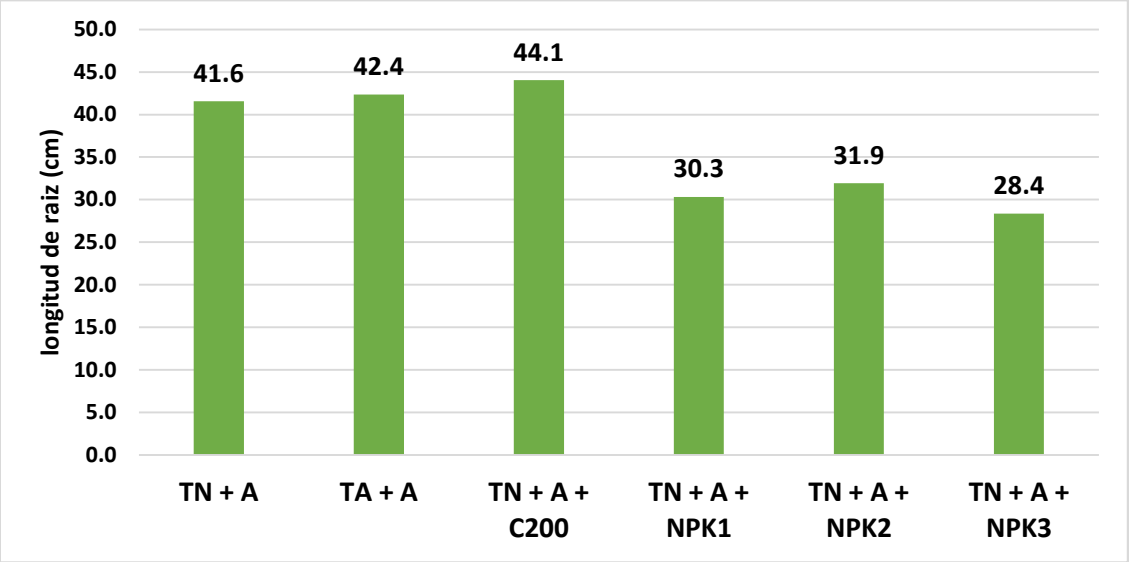


Figura 10. Longitud de raíz por tratamiento.

4.6. PESO FRESCO Y SECO DE HOJAS.

Respecto a peso fresco de hojas, el tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) se muestra superior estadísticamente a los demás con 8.85 g por tratamiento, seguido de los tratamientos testigo T1 (tierra negra + arena) y T5 (tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P + 2.20 K), que no muestran diferencias entre ellos, con 7.1 y 7.1 g, respectivamente y donde el tratamiento T6 (tierra negra + arena + 2.39 N + 1.39 P + 2.94 K) ocupa el último lugar con 6.4 g por hoja.

En relación al peso seco por hojas, destaca estadísticamente el tratamiento a base de compost (T3) con 7.1 g por hoja, por encima de los demás tratamientos, quienes no muestran diferencias entre ellos con rangos de 5.5 y 5.1 g por hoja, para los tratamientos testigo (T1 y T2) tierra negra + arena y tierra amarillo rojiza + arena, respectivamente.

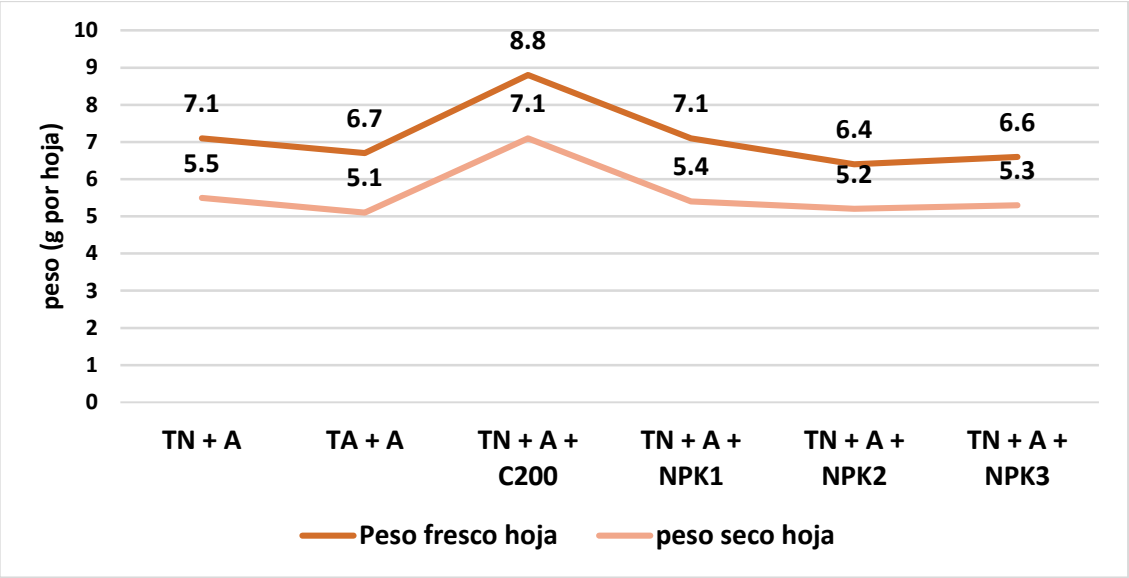


Figura 11. Peso fresco y seco de hoja por tratamiento.

4.7. PESO FRESCO Y SECO DEL ÁREA FOLIAR.

Respecto a peso fresco del área foliar, el tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) se muestra superior estadísticamente a los demás con 235.1 g, seguido del tratamiento T5 (tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P + 2.20 K) con 146.4 g y de los tratamientos T4 y el testigo a base de tierra negra + arena, que no muestran diferencias entre ellos, con 99.6 y 95.6 g, respectivamente y donde el tratamiento T6 (tierra negra + arena + 2.39 N + 1.39 P + 2.94 K) ocupa el último lugar con 86.6 g de peso fresco de área foliar.

En relación al peso seco del área foliar, destaca estadísticamente el tratamiento T3 (tierra negra + arena + compost 200 g) con 78.3 g, seguido del tratamiento T6 (tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P + 2.20 K) con 65.9 g y de los tratamientos T4 (tierra negra + arena + 1.19 N + 0.69 P + 1.47 K) y el testigo a base de tierra negra + arena, que no muestran diferencias entre ellos, con 49.0 y 45.7 g, respectivamente y donde el tratamiento testigo tierra amarilla + arena ocupa el último lugar con 39.3 g.

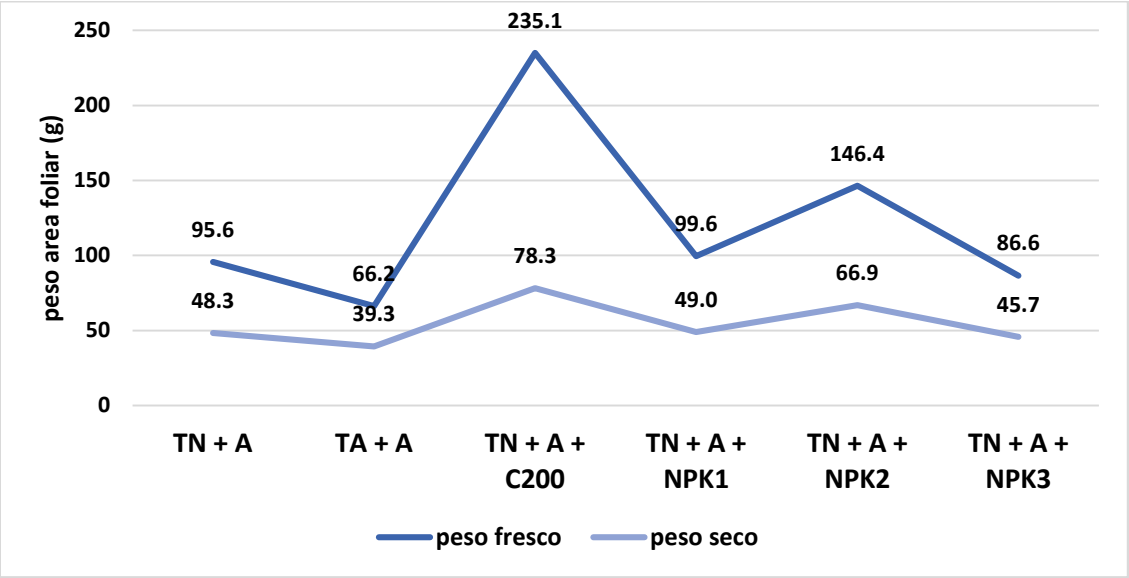


Figura 12. Peso fresco y seco de área foliar por tratamiento.

4.8. PESO FRESCO DE RAÍZ.

En esta variable, el tratamiento (T3) (tierra negra + arena + compost 200 g) supera significativamente a todos los tratamientos evaluados con 117.6 g, seguido del tratamiento T5 (tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P + 2.20 K) con 98.1 y de los tratamientos T1 (tierra negra + arena) y T4 (tierra negra + arena + 1.19 N + 0.69 P + 1.47 K) con 85.4 y 78.2 g, respectivamente. El tratamiento T2 (tierra amarillo rojiza + arena) con 59.4 g fue superado estadísticamente por todos los tratamientos.

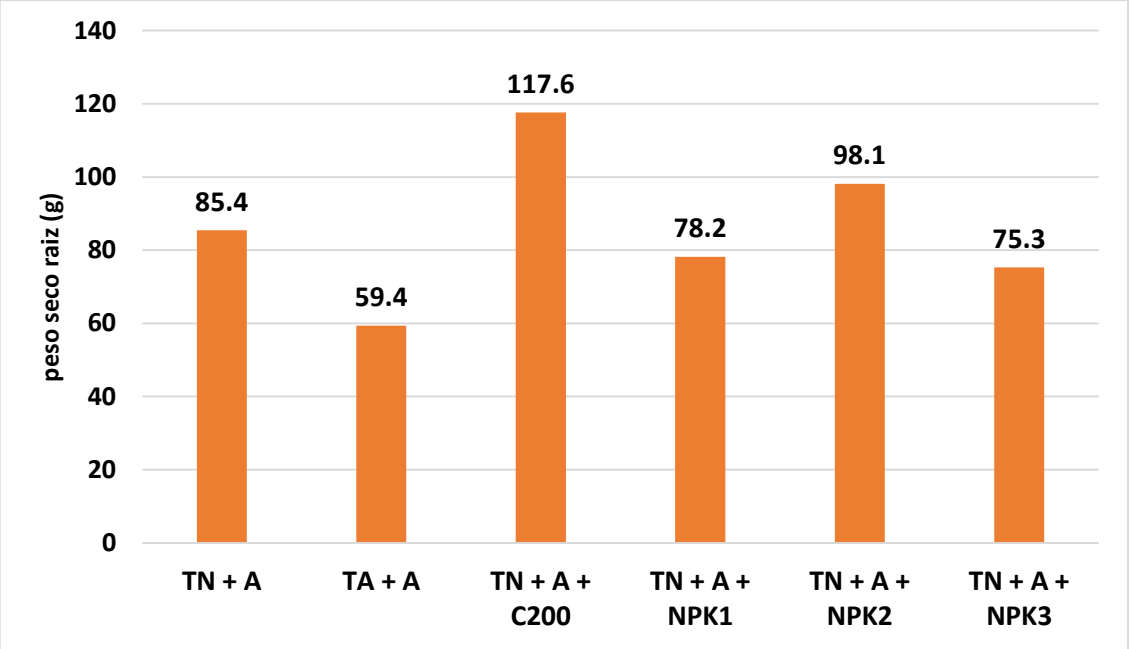


Figura 13. Peso fresco de raíces por tratamiento.

4.9. PESO DE CENIZAS.

La evaluación de esta variable nos indica que manifiesta superioridad en peso de los tratamientos T3, T4, T5 y T6 con 5.9, 5.8, 5.6 y 5.5 g, sucesivamente, mientras que los últimos lugares fueron ocupados por los tratamientos testigos T2 y T1 con 4.6 y 3.2 g de peso.

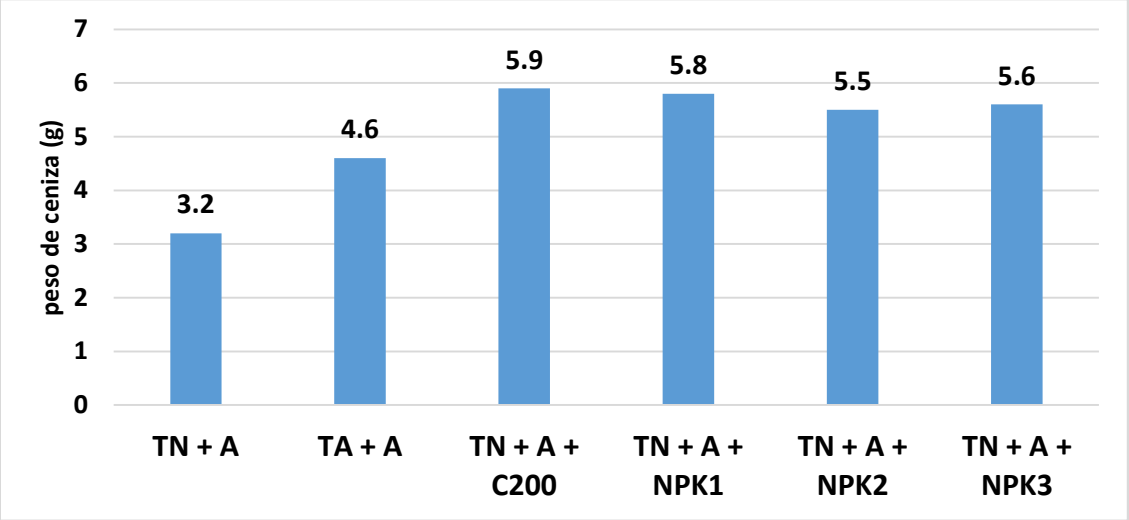


Figura 14. Peso de ceniza por tratamiento.

4.10. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUSTRATOS.

Al inicio, el contenido de aluminio fue mayor en el sustrato (T1) tierra negra + arena, pero disminuyó drásticamente al final, debido a su desplazamiento por otros cationes cambiables como el calcio, aun en los tratamientos donde fueron aplicadas las dosis de NPK.

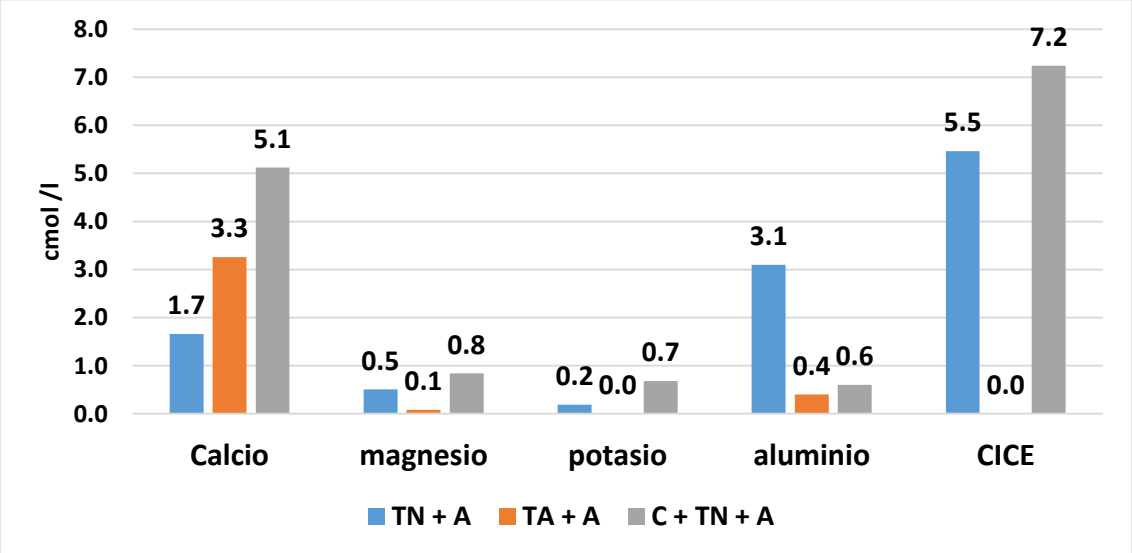


Figura 15. Composición química del sustrato al inicio por tratamiento.

El calcio tuvo un incremento significativo en los sustratos T1 (tierra negra + arena), T2 (tierra amarillo rojiza + arena) T3 (tierra negra + arena + compost 200 g), debido posiblemente a que al haber disminuido el aluminio, el calcio fue más disponible en estos sustratos y probablemente se produjo un exceso debido al aporte de las dosis de superfosfato triple de calcio.

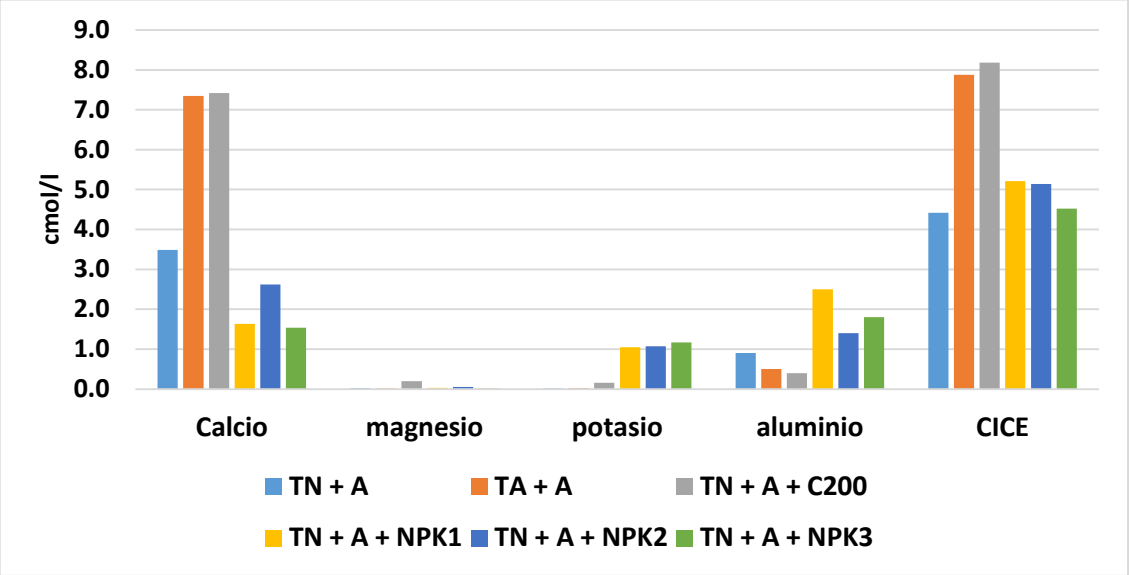


Figura 16. Composición química del sustrato al final por tratamiento.

Los valores de magnesio y potasio cambiables en todos los sustratos fueron mínimos al inicio y disminuyeron al final debido a su asimilación por las raíces en base a su requerimiento.

La capacidad de intercambio catiónico efectiva fue mayor en el tratamiento a base de compost, al inicio y al finalizar el ensayo, debido posiblemente al mayor contenido de calcio retenido en el coloide húmico. Este comportamiento fue encontrado de forma similar en los demás tratamientos.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos del trabajo, se concluye:

.

1. El tratamiento a base de (T3) tierra negra + arena + compost 200 g, obtuvo los mayores valores al finalizar el ensayo en las variables altura de planta (33,8 cm), diámetro de tallo (8.3 mm), área foliar (124 mm^2) y número de hojas (19) así como para longitud de raíz (44.1mm), peso fresco de raíz por planta (117.3 g) peso fresco y peso seco de hojas (8.8 y 7.1 g por planta) peso fresco y seco de área foliar (235.1 y 78.3 g por planta) y peso de ceniza por planta (5.9 g por planta).

2. En relación a la composición química de los sustratos al finalizar el ensayo, el calcio tuvo un incremento significativo en los sustratos (T1) tierra negra + arena, (T2) tierra amarillo rojiza + arena y con (T3) tierra negra + arena + compost 200 g, desplazando al aluminio y logrando por tanto, una mejor capacidad de intercambio catiónico efectiva.

VI. RECOMENDACIONES.

En base a los resultados encontrados se recomienda:

1. Realizar trabajos con nuevas dosis a base de compost en el manejo de cacao en fase de vivero.

2. Probar el efecto de la aplicación de dosis fraccionadas a base de compost en el manejo de cacao en fase de vivero.

3. Probar el efecto de la descomposición de residuos urbanos en la elaboración de compost enriquecido con microorganismos eficaces para acelerar el proceso de mineralización de la materia orgánica.

VII. LITERATURA CITADA.

ABC AGRO, 2002. Los Abonos y Fertilizantes. Chile. Disponible en: www.abcagro.com/fertilizantes/abonos_y_fertilizantes.asp (Marzo, 2011).

Alianza Cacao Perú. 2019. Diagnóstico del cultivo de cacao en las regiones San Martin Huánuco y Ucayali. Informe técnico. Lima Perú. 23 p.

Amans, E. y Slangen, J. 1994. The effect of controlled release fertilizers “Osmocote” on growth, yield and composition of onion plants. Fert. Res. 37: 79-84.

Aybar-Camacho, C.; Lavado-Casimiro, W.; Sabino, E.; Ramírez, S.; Huerta, J.; Felipe-Obando, O. 2017. Atlas de zonas de vida del Perú – Guía Explicativa. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología.

Cabala, R. P. 1975. Exigencias nutricionales e fertilizacao do cacaueiro. Centro de pesquisas Docacau. Itabuna, Brasil P:1-10.

Corpoica, 2007. Escalamiento, validación y ajuste de tecnologías para la producción masiva de plantas clonales de cacao. Cali Colombia. 78 p.

Domínguez, M. 1984. Asimilación diferencial de nutrientes por plántulas de cacao, Mata Larga, San Francisco de Macorís, Do. In (9) Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, Lomé Togo, Pág. 83 p.

Dirección Regional de Agricultura de Ucayali. 2019. Informe técnico final del proyecto Mejoramiento de las capacidades técnico productivo del cacao mediante transferencia de tecnología en las provincias de Coronel Portillo, Padre Abad y Atalaya en el departamento de Ucayali. Pucallpa. Perú.165 p.

Erro, J.; Urrutia, O.; San Francisco, S.; García-Mina, M. 2007. Development and agronomical validation of new fertilizer compositions of high bioavailability and reduced potential nutrient losses. Journal of Agricultural and Food Chemistry, P. 55.

FAO. 2009. Organización de las Naciones Unidas. [On Line] Estados Unidos (http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=291&lang=es)

García, J. 1992. Salinidad del agua de riego y fertilizantes de liberación lenta. Desarrollo de nuevos compuestos. Consultado en línea marzo 2011. Disponible en: www.lluisvives.com/servlet/SirveObras/01394919766026835200802/003608_3.pdf

Gómez, D.; Vásquez, M. 2011. *Abonos orgánicos. Serie: Producción orgánica de hortalizas en clima templado.* Alimentos Sanos Orgánicos de Productores de Lepaterique (ASOPROL). Tegucigalpa, Honduras. 17pp. Recuperado de http://www.metrocert.com/files/abonos%20organicos%2024-05-2011.pdf

INIA. 2006. Instituto Nacional de Innovación Agraria, Revista informativa [On Line] Perú. (http://www.inia.gob.pe/eeas/elporvenir).

INIAP AMAZONÍA, 2009. Unidad de recursos. Manual N° 76. s.p

López, J. 2019**.** Promoción del manejo del cultivo de cacao en los distritos de Padre Abad e Irazola. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. 128 p.

Llano, A.; Castaño M. 1977. Segunda etapa del ensayo sobre fertilización en cacao (*Theobroma cacao* L.) en la hacienda Calamar. Tesis U. Caldas. Manizales (Colombia).

Motamayor, L.; Moncada, A.; Márquez, D. 2009. Cacao: aspectos agronómicos para su cultivo. UNET – INIA, – SASA – UNET. Circuito agroproductivo cacao del Táchira. Venezuela 20 p.

Murray, D. 1982. Sombra y Nutrición. Cacao. 3ª edic. México. Edit. Continental. Pp. 13-159.

Palencia, C.; Gómez, S.; Mejía, F. 2003. Producción masiva de materiales clónales de cacao (*Theobroma cacao* L.). Cali Colombia. 58 p.

Pettipher, G. 1986. Analysis of cocoa pulp and the formulation of a standardized artificial cocoa pulp medium. [On Line]. SCIELO, Ecuador. (http://www2.bvs.org.ve/scielo.php?pid=S0002192X2002000300006&script=sciarttextPDF Septiembre 2004).

Pound, F. 1933. Criteria and methods of selection in cacao. In: Imperial College of Tropical Agriculture. Second Annual Report on Cocoa Research, Pp. 27-29. Port of Spain, Trinidad.

Sánchez, P. 1995. Caracterización del sistema de producción de cacao (*Theobroma cacao* L). Estación Experimental de Caucagua, Edo. Miranda. Venezuela.

Sánchez, P. 1996. Caracterización y establecimiento de un banco de germoplasma de cacao criollo en el litoral Aragueño. Informe Final.

VIII. ANEXO.

Cuadro 8A. ANVA de altura de planta EVA 1.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	36.69	7.33	2.22	0.06
Error	54	178.81	3.31		
Total	59				

CV (%) = 11.05 R^2 = 0.17

Cuadro 9A. ANVA de diámetro de tallo EVA 1.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	1.88	0.33	1.65	0.16
Error	54	12.30	0.22		
Total	59				

CV (%) = 9.32 R^2 = 0.13

Cuadro 10A. ANVA de número de hojas EVA 1.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	30.75	6.15	7.40	< 0.001
Error	54	44.90	0.83		
Total	59				

CV (%) = 9.32 R^2 = 0.13

Cuadro 11A. ANVA de área foliar EVA 1.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	271.02	54.20	1.72	0.20
Error	12	378.42	31.53		
Total	17				

CV (%) = 18.24 R^2 = 0.41

Cuadro 12A. ANVA de altura de planta EVA 2.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	30.75	6.15	7.40	< 0.001
Error	54	44.90	0.83		
Total	59				

CV (%) = 9.32 R^2 = 0.13

Cuadro 13A. ANVA de diámetro de tallo EVA 2.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	9.83	1.96	0.19	< 0.001
Error	54	12.95	0.23		
Total	59				

CV (%) = 7.57 R^2 = 0.43

Cuadro 14A. ANVA de número de hojas EVA 2.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	10.33	2.06	1.00	0.428
Error	54	112.00	2.07		
Total	59				

CV (%) =17.63 R^2 = 0.08

Cuadro 15A. ANVA de área foliar EVA 2.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	3246.33	649.26	2.20	0.12
Error	12	3545.67	245.97		
Total	17				

CV (%) = 31.08 R^2 = 0.47

Cuadro 16A. ANVA de altura de planta EVA 3.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	83.38	16.67	4.66	0.0013
Error	54	193.14	3.57		
Total	59				

CV (%) = 10.26 R^2 = 0.30

Cuadro 17A. ANVA de área foliar EVA 3.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	9720.73	1944.14	4.65	0.013
Error	12	5017.56	418.13		
Total	17				

CV (%) = 26.36 R^2 = 0.65

Cuadro 18A. ANVA de diámetro de tallo EVA 3.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	9.53	1.96	5.05	0.0007
Error	54	20.40	0.37		
Total	59				

CV (%) = 10.18 R^2 = 0.31

Cuadro 19A. ANVA de número de hojas EVA 3.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	25.93	5.18	1.45	0.22
Error	54	192.80	3.57		
Total	59				

CV (%) = 20.46 R^2 = 0.11

Cuadro 20A. ANVA de altura de planta EVA 4.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	330.12	66.02	8.11	< 0.001
Error	54	439.47	8.13		
Total	59				

CV (%) = 13.72 R^2 = 0.42

Cuadro 21A. ANVA de área foliar EVA 4.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	11085.97	2217.19	8.11	0.0015
Error	12	3281.76	273.48		
Total	17				

CV (%) =20.54 R^2 = 0.77

Cuadro 22A. ANVA de diámetro de tallo EVA 4.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	17.08	3.41	3.76	0.0054
Error	54	49.10	0.90		
Total	59				

CV (%) = 14.19 R^2 = 0.25

Cuadro 23A. ANVA de número de hojas EVA 4.

Fuente variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr < F
Tratamientos	5	41.08	8.21	1.78	0.133
Error	54	249.90	4.62		
Total	59				

CV (%) = 20.85 R^2 = 0.14



Figura 17A. Preparando la cama germinadora.



Figura 18A. Extracción de semillas de cacao pre germinado.



Figura 19A. Llenado del sustrato en bolsas.



Figura 20A. Siembra de semilla de cacao pre germinado.



Figura 21A. Fertilizantes NPK.



Figura 22A. Pesando los fertilizantes.



Figura 23A. Dosis de los fertilizantes NPK.



Figura 24A. Aplicando los fertilizantes NPK a los plantones de cacao.



Figura 25A. Control de malezas en el vivero.



Figura 26A. Control de plagas en el vivero.



Figura 27A. Toma de datos de diámetro del tallo de los plantones de cacao.



Figura 28A. Toma de datos de la altura de los plantones de cacao.



Figura 29A. Toma de datos de la hoja de los plantones de cacao.



Figura 30A. Toma de datos de la longitud de raíz de los plantones de cacao.



Figura 31A. Resultados del T1 tierra negra + arena.



Figura 32A. Resultados del T2 tierra amarilla rojiza + arena.



Figura 33A. Resultados del T3 tierra negra + arena+ compost 200 g.



Figura 34A. Resultados del T4 tierra negra + arena + 1.19 N + 0.69 P_2O_5 + 1.47 K_2O.



Figura 35A. Resultados del T5 tierra negra + arena + 1.79 N + 1.04 P_2O + 2.20 K_2O.



Figura 36A. Resultados del T6 tierra negra + arena +2.39 N +1.39 P_2O_5 + 2.94 K_2O.



Figura 37A. Visita del Ing. Isaías González Ramírez, Jurado Evaluador de tesis.



Figura 38A. Vista panorámica de los plantones de cacao distribuidos por tratamiento.