

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

EFFECTO DE BIOLES EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE

CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN VIVERO

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRONOMO

ELABORADO POR:

Joel López Correa.

V^o B^o
Carlos M. Miranda Armas
CARLOS M. MIRANDA ARMAS
ASESOR.

TINGO MARÍA – PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E. mail: fagro@unas.edu.pe

"Año de la Universalización de la Salud"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N-2020-FA-UNAS

BACHILLER : **JOEL LOPEZ CORREA**
TÍTULO : "EFECTO DE BIOLES EN EL CRECIMIENTO DE
PLANTONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN VIVERO
JURADO CALIFICADOR
PRESIDENTE : Dr. JOSE WILFREDO ZAVALA SOLORZANO
VOCAL : Dr. HUGO A. HUAMANI YUPANQUI
VOCAL : M.Sc. LUIS GARCIA CARRION
ASESOR : Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS
FECHA DE SUSTENTACIÓN : VIERNES 04 DE DICIEMBRE 2020
HORA DE SUSTENTACIÓN : 6 PM
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : VIRTUAL PLATAFORMA TEAM
CALIFICATIVO : BUENO
RESULTADO : APROBADO
OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 04 DE DICIEMBRE DEL 2020

PRESIDENTE
Dr. José W. Zavala Solorzano

VOCAL
Dr. Hugo Huamani Yupanqui

VOCAL
M.Sc. Luis Garcia Carrion

ASESOR
Ing. Carlos Miranda Armas

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

A mis padres Salomón López Domínguez y Donatilde Correa Flores por ser mi ejemplo, por su apoyo constante y su inmenso cariño.

A mis queridos hermanos por su cariño y apoyo moral.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por su apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- Al Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, asesor de la presente tesis, por sus recomendaciones e interés durante la elaboración del proyecto, ejecución y culminación.
- A los miembros del jurado de tesis Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano (presidente), por la revisión académica científica y técnica del trabajo de investigación, Dr. Hugo Alfredo Huamani Yupanqui (vocal) e Ing. M. Sc. Luis Fernando García Carrión (vocal), por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo.
- Al Ing. Manuel Paredes Arce por su apoyo en el Laboratorio de semillas.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1. Importancia del cultivo de cacao	13
2.2. Producción de plántones.....	14
2.2.1. Vivero	15
2.2.2. Instalación de vivero	16
2.2.3. Materiales para el tinglado del vivero y su diseño	16
2.2.4. Manejo agronómico de viveros	17
2.3. El biol	18
2.3.1. Ventajas y desventajas.....	19
2.3.2. Formas de aplicación.....	20
2.4. Uso de productos en el experimento.....	20
2.4.1. Ficha técnica BIOFER HÚMIC®	21
2.4.2. Ficha técnica SUPER HÚMICO®	22
2.5. Trabajos de investigación realizados	23
III. MATERIALES Y METODOS	26
3.1. Ubicación	26
3.1.1. Lugar de ejecución	26
3.1.2. Análisis de suelo inicial.....	27
3.1.3. Condiciones climáticas	28
3.2. Metodología	28
3.2.1. Componentes en estudio.....	28
3.2.2. Tratamientos en estudio	29

3.2.3. Diseño experimental	29
3.2.4. Esquema del análisis de varianza	30
3.2.5. Características del campo experimental	30
3.2.6. Conducción del experimento	31
3.2.7. Variables a evaluar	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Variables biométricas de plántones de cacao	36
4.1.1. Altura	36
4.1.2. Diámetro de tallo.....	41
4.1.3. Número de hojas	45
4.1.4. Área foliar	49
4.1.5. Peso fresco y seco de la parte aérea	51
4.1.6. Longitud y volumen de raíz.....	55
4.1.7. Peso fresco y peso seco de la raíz.....	58
4.2. Análisis físico químico	61
4.2.1. Análisis de sustratos.....	61
4.2.2. Análisis químico de plántones de cacao.....	64
4.3. Análisis de rentabilidad (C/B)	66
V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES.....	69
VII. RESUMEN.....	70
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	72
IX. ANEXO	83

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Análisis físico químico del suelo (Lab. - LASA).	27
2. Datos meteorológicos durante la ejecución del ensayo, enero – mayo 2019.....	28
3. Tratamientos en estudio	29
4. Esquema del análisis de varianza del DCA	30
5. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha =0.05$), para altura de plantones de cacao.....	37
6. Altura de plantones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).....	37
7. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha =0.05$), para diámetro del tallo de plantones de cacao.	42
8. Diámetro del tallo de plantones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).....	42
9. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha =0.05$), para número de hojas de plantones de cacao	46
10. Número de hojas de plantones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).....	46
11. Análisis de varianza ($\alpha =0.05$), para área foliar de plantones de cacao.....	49
12. Área foliar de plantones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).....	50

13. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0.05$), para peso fresco y seco de la parte aérea de plántones de cacao.....	52
14. Peso fresco y seco de la parte aérea de plántones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).	53
15. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0.05$), para longitud y volumen de raíz de plántones de cacao	56
16. Longitud y volumen de raíz de plántones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).	57
17. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0.05$), para peso fresco y seco de raíz de plántones de cacao.....	59
18. Peso fresco y seco de raíz de plántones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).	59
19. Análisis físico-químico del sustrato en los diferentes tratamientos en estudio (Lab. - LASA)	62
20. Análisis químico foliar de plántones de cacao (Lab. - LASA)	64
21. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.	67
22. Evaluaciones de altura de plantas.	84
23. Evaluaciones de diámetro de plantas.	85
24. Evaluaciones de número de hojas.	85
25. Evaluaciones de área foliar, peso fresco y seco de la parte aérea.....	86
26. Evaluaciones de raíces.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Cacao clon CCN-51	14
2. Ubicación de la tesis.....	26
3. Altura de plántones de cacao por efecto de bioles.....	39
4. Diámetro del tallo de plántones de cacao por efecto de ácidos húmicos	44
5. Número de hojas de plántones de cacao por efecto de ácidos húmicos	48
6. Área foliar de plántones de cacao por efecto de bioles.....	51
7. Peso fresco y seco de la parte aérea de plántones de cacao por efecto de bioles.	54
8. Longitud y volumen de raíz de plántones de cacao por efecto de bioles.	57
9. Peso fresco y seco de raíz de plántones de cacao por efecto de bioles.	60
10. Croquis del experimento.....	84
11. Plantas evaluadas por tratamiento.	84
12. Acondicionamiento de la cama de vivero.	87
13. Llenado de bolsas.....	87
14. Traslado de bolsas a la cama de vivero.	88
15. Preparación de las semillas.....	88
16. Siembra de semillas en las bolsas.....	89
17. Desarrollo de plántones de cacao.	89

18. Ácido húmico.	90
19. Preparación y aplicación de bioles.	90
20. Visitas del presidente de tesis Dr. Zavala y miembro Ing. Garcea.....	91
21. Plantones de cacao comparados entre tratamientos.....	91
22. Sacrificio de plantones para evaluaciones finales.	92
23. Plantones de cacao después de 120 días.	92
24. Dibujo y evaluación de área foliar.....	93
25. Evaluación de volumen de raíz.....	93
26. Peso de muestras.....	94
27. Secado de muestras.....	94
28. Análisis físico químico inicial.	95
29. Análisis físico-químico al final del experimento.	96
30. Análisis foliar de plantones de cacao	97

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao en el Perú, es considerado de gran interés por su elevado valor económico, debido a su exportación, así como por su representatividad en los principales lugares de comercio dentro de cada localidad, ya sea de forma directa e indirecta. Según APPCACA (2019), en el 2018, la producción de cacao fue de 120,000 toneladas, de los cuales 85,000 fueron enviados al exterior y 35,000 se consume en el mercado local, además el cultivo de cacao ha ido incrementando ya que, en el año 2012 se tenía 144,000 hectáreas y a inicios del 2018 se cuenta con 193,000 hectáreas. Las regiones productoras son: “San Martín con 46.293 toneladas (42%), Junín 21.400 toneladas (19%), Cusco 10.789 toneladas (9%), Ucayali 8.622 toneladas (8%), Huánuco 6.491 toneladas (6%), Ayacucho 5.544 toneladas (5%) y Amazonas 4.218 toneladas (4%)” (APPCACA, 2018)

Sin embargo, el bajo rendimiento del cacao, es un problema muy importante, y uno de los factores es la obtención de plantones de buena calidad, vigorosos y libres de enfermedades, además de rápido crecimiento. Por lo tanto, una etapa crucial es el manejo de este cultivo, a nivel de vivero. Para obtener plantas de cacao con un buen desarrollo, en menos tiempo, se debe realizar un manejo adecuado desde la obtención y germinación de las semillas (PAREDES, 2003). Así mismo el uso y/o aplicación de sustancias Húmicas (líquidas) cumple un rol fundamental, debido a que genera muchos beneficios a los cultivos, pudiendo éstos ser indirectos y directos (INTAGRI, 2015). Uno de los temas que necesita ser más investigado es el cálculo de la dosis de enmienda líquida (GARBANZO et al, 2016).

El enfoque de esta tesis fue estudiar el efecto de bioles en el crecimiento de las plantas de cacao a nivel de vivero, permitiendo con ello minimizar el uso de productos químicos y el incremento de materias orgánicas, todo como parte de una estrategia de manejo integrado. Por lo expuesto, surge la pregunta, ¿habrá un efecto positivo en el crecimiento de plantones de cacao por aplicación de bioles al suelo? Por lo indicado se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar el efecto de bioles biofer humic y súper húmico en el crecimiento de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero

Objetivos específicos

1. Determinar el mejor biol, biofer humic y súper húmico en el crecimiento de plantones del cultivo de cacao
2. Determinar la mejor dosis de biol, biofer humic y súper húmico en el crecimiento de plantones del cultivo de cacao
3. Realizar el análisis de rentabilidad de los tratamientos estudiados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del cultivo de cacao

Su importancia se ve reflejada en las áreas que están destinadas para su producción la cual ha ascendido hasta la actualidad a 1,8 millones de hectáreas desde el 2006; sin embargo, aún se deben superar retos en el ámbito productivo, económico, social y ambiental, sumado a ello los parámetros de calidad exigidos por los mercados internacionales. Desde la época de la colonia el cultivo de cacao se producía con fines de exportación, siendo parte importante para sus economías (SANCHEZ *et al*, 2019). Las regiones de mayor producción del cultivo de cacao son: “San Martín con 46.293 toneladas (42%), Junín 21.400 toneladas (19%), Cusco 10.789 toneladas (9%), Ucayali 8.622 toneladas (8%), Huánuco 6.491 toneladas (6%), Ayacucho 5.544 toneladas (5%) y Amazonas 4.218 toneladas (4%)” (APPCACAO, 2018).

El agrónomo ambateño Homero Castro Zurita, logró en 1965 el denominado cacao clona CCN-51 que significa Colección Castro Naranjal, este clon del cacao presenta las siguientes características:

- Árbol precoz
- Inicia su producción a los dos años
- Alto contenido de manteca
- Color rojizo
- Pequeño y de fácil manejo
- Mazorca y semillas grandes
- Presenta un excelente sabor y aroma

- Tolerante a la escoba de bruja (CEDEÑO, 2011)

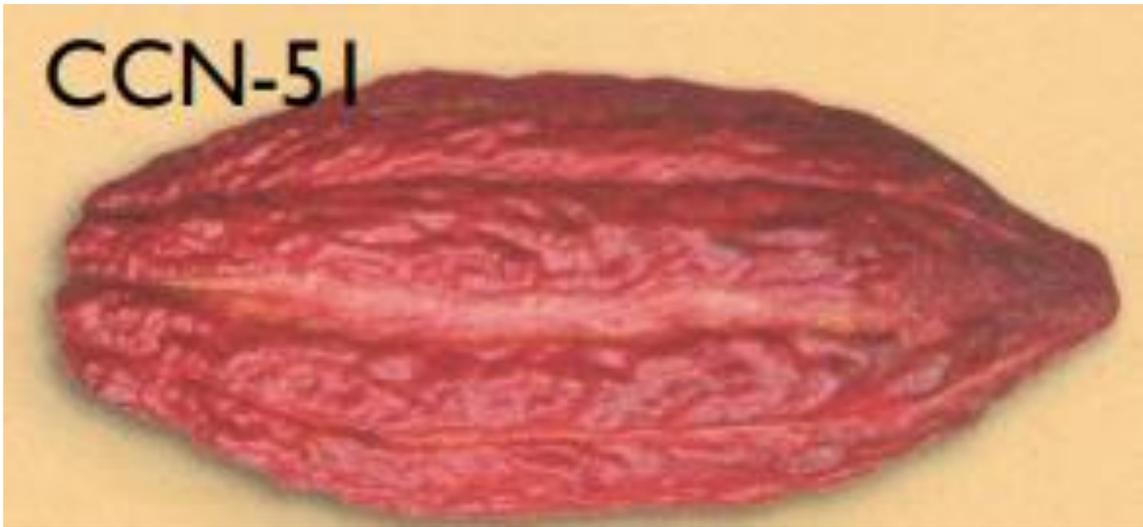


Figura 1. Cacao clon CCN-51

2.2. Producción de plantones

Los plantones para siembra pueden obtenerse mediante reproducción sexual y asexual o vegetativa. En cuanto a la primera dependerá de la obtención de semillas de árboles (padres) en perfecto estado los cuales son seleccionados para producir plantones a partir de su siembra y cuidado en viveros. Respecto a la reproducción asexual es a partir del enraizamiento de estacas o por medio de la injertación para posteriormente realizar la siembra de plantones (BATISTA, 2009). La siembra de la semilla como método de propagación sexual ayuda a preservar la diversidad genética (FAO, s/a). Las características genéticas del cacao que resultan de la reproducción por semilla van a depender de la transmisión de los caracteres de ambos padres. La reproducción sexual tiene la ventaja de una producción y manejo de mayor facilidad, pues no implica la necesidad de habilidades especiales como por ejemplo la injerta. Este tipo de planta resulta más económica; además, pueden

mostrar un gran vigor híbrido. A pesar de esto, tienen la desventaja que suelen reproducir algunas características indeseables que resultan negativas para el productor cacaotero (BATISTA, 2009).

Existen varios métodos de siembra de la semilla de cacao, como el aprovechamiento de las plantas que nacen en el cacaotal, la siembra directa en el campo y el establecimiento de viveros o almácigo. Los dos primeros métodos no se recomiendan, ya que no se pueden dar las atenciones necesarias a la planta para un buen desarrollo. El tercer método es recomendable, a pesar de que es más costoso que los dos primeros, pero se justifica porque se pueden controlar las plagas y enfermedades, regular la sombra y lograr un control eficaz de malezas (ARVELO *et al.*, 2017).

2.2.1. Vivero

Del latín *vivarium*, es una instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas y plantones, consiste en seleccionar un terreno que presente las condiciones apropiadas para criar diversas clases de especies vegetales utilizando métodos de propagación de plantas conocidos. En general, el semillero debe estar ubicado donde esté expuesto al sol, debe tener buena aireación y debe estar protegido de los vientos fuertes, asimismo es necesario considerar la accesibilidad del agua al lugar establecido. Es importante porque va a garantizar una mejor selección de plantas, consecuentemente aumentará la productividad en las cosechas, así como su calidad (INATEC, 2016; REYES, 2015). Existen dos tipos de viveros: los permanentes y los temporales, el primero caracterizado por sus materiales duraderos y costosos; el

segundo está construido por materiales propios de la finca y de poca duración lo cual implica un bajo costo (INIA, 2013).

2.2.2. Instalación de vivero

Se debe considerar una zona de fácil acceso, cerca de la zona definitiva aproximadamente a 300 m, con agua constante de buena calidad, el terreno por lo general debe ser plano sin embargo se recomienda en terrenos con pendientes no mayores al 2% con la finalidad de evitar encharcamientos de agua y facilitar las labores, el tamaño del vivero dependerá del total de plantas que se producirá, pudiendo considerar como referencia 1,500 plantas/Ha, para que de ellas se elijan a las 1,283 mejores plantas para el trasplante a campo definitivo, debe estar lejos de peligros provenientes de predios cercanos, ya sean de animales, depósitos de fertilizantes, sustancias químicas, combustibles o basureros; las camas deben nivelarse, y deben tener un buen sistema de drenaje, se deben tener bien demarcadas e identificadas las áreas de germinación, adaptación, cuarentena, almacenamiento, venta de materiales, caminos y sistemas de irrigación. El vivero debe proporcionar entre 50% a 60% de sombreo a los plantones, para ello puede emplearse sombra a base de malla sintética o materiales de la finca que no transmitan enfermedades (MAGAP, 2012; PROYECTO SIERRA Y SELVA ALTA. 2016).

2.2.3. Materiales para el tinglado del vivero y su diseño

Para la construcción de los viveros se debe considerar el uso de materiales de la zona, para preparar postes, largueros, sogas, etc. Los materiales

rústicos disponibles como son cañabrava, palmeras, bambú, entre otros; los postes deben medir 2.50 m de longitud, la separación entre postes debe ser de 3 m, el techo se formará con listones de madera, cañabrava u otro, cubriéndolo con hojas de palmeras, las cuales al irse secando permitirán el ingreso paulatino de mayor luz, al inicio debemos lograr 60 - 80% de sombra, luego se irá acomodando la sombra, según el desarrollo de la planta en su primer periodo. Es importante fijarse las dimensiones del vivero en función al número de plantas que va a albergar, el ancho de las camas donde reposarán las bolsas no debe superar los 1.10 metros para poder manipular las bolsas con suma facilidad cuando se realicen labores de manejo en los viveros (PAREDES, 2003; PROYECTO SIERRA Y SELVA ALTA, 2016)

2.2.4. Manejo agronómico de viveros

Según INATEC (2016), indica que el manejo del vivero se debe tener en cuenta:

a) Métodos de siembra; Para el establecimiento de especies forestales y frutales se siembran directamente en las bolsas, introduciendo las semillas a una profundidad dos veces su tamaño, existen tres métodos: siembra espaciada o a golpes (se siembran dos a tres semillas juntas en los hoyos alineados), siembra en surco o chorrillo (se siembra sobre surcos marcados y su distancia debe ser de acuerdo al tamaño que tendrán las plantones) y la siembra a voleo (la distribución de la semilla es con la mano, lo cual genera que las semillas no tengan un orden establecido).

b) Riego; Es esencial en el desarrollo de las futuras plantones, por lo que antes de sembrar las semillas en las bandejas y/o bolsas se debe agregar el sustrato y regarlo abundantemente para que la semilla tenga suficiente agua para su germinación, se debe regar inmediatamente después de plantar. En los días siguientes se riegan 1 a 2 veces por día, dependiendo de las condiciones climáticas de cada región.

c) Deshierbe; Esta actividad se realiza de forma permanente dentro del manejo del vivero, ya que permitirá controlar y eliminar la maleza cuando esta pequeña dentro de las bolsas y de callejones.

d) Raleo; Mediante esta actividad se podrá eliminar los plantones con deformaciones, pequeñas, débiles o las que fueron atacadas por plagas y enfermedades, por lo general se realiza dos a tres veces antes del trasplante, con la finalidad de garantizar un espacio vital para cada planta y disminuya la competencia por la luz y obtengan los nutrientes necesarios para su desarrollo. Se debe tener cuidado para así no dañar a los demás plantones.

e) Repique; Consistente en la acción de trasladar la plántula que se formó en una bandeja o bolsa pequeña a una bolsa más grande para impulsar su crecimiento y desarrollo de las raíces evitando la competencia de absorción de nutrientes y luz entre los plantones.

2.3. El biol

Es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, entre nosotros, en ausencia de oxígeno. Es una especie de vida (bio), muy fértil

(fertilizante), rentables ecológicamente y económicamente. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente, por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. La técnica empleada para obtener biol es a través de biodigestores” (VÁSQUEZ y MARAV, 2017). En el Perú, el uso del biol se ha hecho muy popular en los últimos años, debido principalmente a la facilidad de su elaboración, sus efectos sobre los cultivos y también su bajo costo sobre todo cuando se elabora en la propia chacra.

2.3.1. Ventajas y desventajas

según INIA (2008) los bioles presentan las siguientes ventajas y desventajas:

a. Ventajas

- Se puede elaborar en base a los insumos que se encuentran en la comunidad.
- No requiere de una receta determinada, los insumos pueden variar.
- Su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase.
- Tiene bajo costo.
- Mejora el vigor del cultivo, y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.

b. Desventajas

- El tiempo desde la preparación hasta la utilización es largo

- En extensiones grandes se requiere de una mochila para aplicar.

2.3.2. Formas de aplicación

El uso más importante de las pulverizaciones foliares en agricultura ha sido en la aplicación de micronutrientes; las pulverizaciones foliares son un excelente suplemento en las aplicaciones al suelo de la mayor parte de los nutrientes. Los micronutrientes se prestan por si mismos más fácilmente a las aplicaciones pulverizadas a causa de las pequeñas cantidades que se requieren (TISDALE, 1991; CARDEÑA, 2012; HIDALGO, 2015).

La respuesta de la fertilización foliar en hortalizas y otros cultivos, anota que: se evitan deficiencias de Ca y Mn: los elementos de N, P y K pueden aplicarse, pero no parece ser más ventajoso que la aplicación al suelo; sin embargo la aspersion foliar es útil si se aplica al empezar la floración o fructificación (ROJAS, 1993; TRINIDAD y AGUILAR, 1999; TOLEDO, 2016).

a. Aplicación al suelo: El Biol producido en los biodigestores puede aplicarse directamente al suelo, al momento del surcado, luego de la preparación del suelo e inmediatamente antes de la siembra, el objetivo es estimular la acción microbiana en el suelo y con ello la fijación del nitrógeno y la mineralización de los nutrientes. Esta aplicación puede realizarse con Biol puro sin ningún tipo de mezcla (MARTI, 2008; POTSCHKA *et al.*, 2012; RENGIFO, 2014).

2.4. Uso de productos en el experimento

Contiene: nitrógeno el cual favorece el crecimiento foliar, fósforo que ayuda a la traslocación de las sustancias formadas en la fotosíntesis, potasio que evita

el estrés hídrico. Presenta dentro de su estructura ácidos carboxílicos los cuales, por su gran movilidad dentro de la planta, aseguran el adecuado transporte de los nutrientes y su metabolización.

2.4.1. Ficha técnica BIOFER HÚMIC®

Esta reforzado con macro y micro elementos, con aminoácidos obtenidos de la materia orgánica vegetal por procesos físicos. Contiene: nitrógeno el cual favorece el crecimiento foliar, fósforo que ayuda a la traslocación de las sustancias formadas en la fotosíntesis, potasio que evita el estrés hídrico. Presenta dentro de su estructura ácidos carboxílicos los cuales, por su gran movilidad dentro de la planta, aseguran el adecuado transporte de los nutrientes y su metabolización.

Composición química de Biofer Húmic®

Bioles a base de Leonardita	: 15%
EXTRACTO HUMICO TOTAL	: 80%
- Ácido Fúlvico	: 70%
- Ácido Húmico	: 8%

Contiene además los siguientes nutrientes secundarios y micronutrientes

- Nitrógeno (N)	: 3%
- Fósforo (P)	: 0.7%
- Potasio (K)	: 9.5%
- Ácidos carboxílicos	: 15%
- Magnesio (Mg)	: 380 mg/L

- Hierro (Fe) : 350 mg/L
- Zinc (Zn) : 350 mg/L
- Manganeso (Mn) : 150 mg/L
- Calcio (Ca) : 120 mg/L
- Cobre (Cu) : 85 mg/L
- Boro (B) : 20 mg/L
- Molibdeno (Mo) : 10 mg/L
- Vitamina B1 : 1.5 mg/L
- Ácido Fólico : 0.5 mg/L

La dosis de aplicación es de 1 a 2 L/cil (BIOFER, s/a).

2.4.2. Ficha técnica SUPER HÚMICO®

COMPOSICIÓN (ingredientes activos): % (m/v).

- Extractos Húmicos Totales : 20.0 %
- Ácido Húmico : 17.8 %
- Ácido Fúlvico : 2.2 %
- Potasio (K₂O) : 2.2 %
- Magnesio (MgO) : 860 ppm
- Manganeso (Mn) : 280 ppm
- Hierro (Fe₂O₃) : 255 ppm
- Cobre (Cu) : 225 ppm
- Zinc (Zn) : 205 ppm
- Auxiliares de formulación : 1 L (GRUPO ANDINO, 2019)

2.5. Trabajos de investigación realizados

En (Alicante – España), se estudió “Aplicación de sustancias Húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino”. Se han determinado dosis óptimas de aplicación de sustancias Húmicas comerciales sobre un cultivo de tomate cv. Daniela, de gran importancia económica, en invernadero y fertirrigado; estudiándose el efecto de dichos materiales sobre diversos parámetros fisiológicos y de calidad de los frutos. Asimismo, se ha comprobado el efecto bioprotector de las sustancias Húmicas sobre la germinación en medio salino y sobre los parámetros de osmorregulación de un cultivo que se desarrolla también en condiciones de estrés salino (RAMOS, 2000).

En (Honduras) se evaluó “Efecto de bioles, fúlvicos y su interacción con fertilizante nitrogenado en el crecimiento de plantones de café (*Coffea arabica* L) en vivero. Se evaluaron ocho tratamientos en un diseño de bloques completos al azar. EL sustrato fue aplicado con 5 ml de ácido Húmico y 4 g de fertilizante nitrogenado, el ácido fúlvico se aplicó en forma foliar utilizando una solución al 0.3% diluido en agua y distribuido según los tratamientos. La aplicación de ácido Húmico solo o en interacción no mejoró el crecimiento de plantones de café en vivero. El fertilizante nitrogenado aplicado solo, tuvo una mayor altura de planta, el ácido fúlvico interactuando con ácido Húmico o fertilizante nitrogenado, mejoró el crecimiento vegetativo de la planta (OCHOA y LICONA, 2017).

En (Estanzuela Zacapa – Guatemala) se evaluó “Tres bioles en el cultivo de melón tipo cantaloupe”. Los tratamientos evaluados fueron bioles 60%, derivados

de leonardita a dosis de 2.86 kg/ha, bioles al 25% derivados de leonardita a dosis de 7.14 L/ha, bioles y fúlvicos al 7% y 8% de extractos vegetales a dosis de 7.14 L/ha, y el testigo comercial sin aplicaciones de bioles. Con base en los datos obtenidos en la investigación, se determinó en los análisis de varianza (P 0.05) que se presentaron diferencias estadísticas entre los rendimientos de melón calidad exportable y rendimientos de melón calidad mercado interno. Con base en la relación beneficio/costo, cabe mencionar que el mayor resultado lo obtuvo el tratamiento de bioles al 25% derivados de leonardita 7.14 l/ha, con un 61%, en comparación con el tratamiento testigo, el cual obtuvo el menor resultado con un 13%. Se determinó que los tratamientos con bioles fueron estadísticamente iguales, pero mejores al testigo comercial (MANOLO, 2014).

En (Lamas – Perú), se evaluó “Tres dosis de bioles y fúlvicos con macro y micro elementos, en el cultivo de lechuga”. Se utilizó un tratamiento testigo (TO) y tres tratamientos con 20, 40 y 60 l.ha⁻¹ bioles, fúlvicos con macro y micro elementos (Humifarm Plus) y las conclusiones obtenidas fueron: El Tratamiento T3 (60 l.ha⁻¹) se obtuvo los mayores promedios de rendimiento con 67,362.5 kg.ha⁻¹ y peso de la planta, altura de planta, número de hojas por planta con 134.73 gramos, 23.0 cm, 5.1 hojas respectivamente. Las aplicaciones crecientes de bioles y fúlvicos describieron respuestas lineales positivas sobre la altura de planta, peso de la planta, número de hojas por planta y el rendimiento en kg.ha⁻¹. (RÍOS, 2015).

En (Palcazú – Perú), se estudió “Efecto del abono orgánico líquido bajo la técnica drench en las propiedades del suelo y la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico en el centro poblado alto Palcazú”. Se utilizó

cuatro tratamientos y tres repeticiones, donde T₁: testigo absoluto, T₂: 200 mL/planta de abono orgánico líquido (drench), T₃: 400 mL/planta de drench y T₄: 600 mL/planta de drench. Los resultados muestran efectos significativos para $p < 0.1$ en el rendimiento de cacao, el T₃ mostró mejor respuesta al presentar el mayor rendimiento (1 127.66 Kg/ha). Los principales indicadores químicos del suelo, pH, P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ y Al³⁺ no mostraron estadísticamente ($p < 0.05$) efectos significativos, con excepción de la materia orgánica. Concluyendo, que la aplicación del fertilizante líquido orgánico aplicado bajo la técnica drench no mejoró las propiedades del suelo, pero si, produjo un incremento significativo positivo en el rendimiento del cacao (POTESTA, 2018).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el vivero productivo “El Agrónomo” de la Facultad de Agronomía UNAS, ubicado en la carretera central Km 1.2, en la ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, cuyas coordenadas geográficas en UTM son: 390540 m E, 8970034 m S; altitud: 658 msnm.



Figura 2. Ubicación de la tesis

Para el desarrollo de la tesis, se utilizó: semillas de cacao CCN-51 debidamente seleccionadas, las cuales fueron puestas en bolsas de polietileno de color negro de 8 x 12 cm x 0.2 mm, como sustrato se usó tierra agrícola, se aplicaron de dos tipos de biol (Biofer Humic® y Super Húmico®). Para la

instalación fue necesario el uso de herramientas como: pala, azadón, machete, carretilla, regadora, entre otros.

3.1.2. Análisis de suelo inicial

En el Cuadro 1, se observa el análisis de suelo inicial, asimismo se observa una clase textural Franco arenoso, pH 7.20, M.O 2.32%, P 11.56 ppm, K 120 ppm y CIC 13.82 Cmol(+)/mg. DAVID (2008) indica que la clase ideal de suelo para agricultura se conoce suelo franco, y es una mezcla equilibrada de aproximadamente un 40 por ciento de arena, un 40 por ciento de limo y un 20 por ciento de arcilla, además ANDRADE y MARTÍNEZ (2014) y PELLEGRINI (2017) refieren que un suelo con contenido de M.O mayor al 2% es adecuado pero además, indican que el valor de P disponible, K disponible y contenido de CIC es alto. Tomando en cuenta la referencia podemos manifestar que el sustrato es adecuado para propagar plántulas de cacao.

Cuadro 1. Análisis físico químico del suelo (Lab. - LASA).

Parámetro	Sustrato	Método empleado
Análisis físico:		
Arena (%)	12	Hidrómetro
Arcilla (%)	19	Hidrómetro
Limo (%)	69	Hidrómetro
Clase textural	Franco arenoso	Triángulo textural
Análisis químico:		
pH (1:1)	7.20	Potenciómetro
M.O. (%)	2.32	Walkey y Black
N (%)	0.12	0.05 % de M.O
P disponible (ppm)	11.56	Olsen Modificado
K disponible (ppm)	120	Ácido sulfúrico
Ca cambiante (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	12.50	EAA
Mg cambiante (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	1.20	EAA
K cambiante (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0.12	EAA
Na cambiante (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0.00	EAA
Al + H cambiante (Cmol ⁽⁺⁾ /kg)	0	EAA
CIC	13.82	Suma de cationes

3.1.3. Condiciones climáticas

En el Cuadro 2, presentamos la temperatura, humedad relativa y precipitación durante la ejecución del experimento, se observa valores promedios máximos de 30.50, y mínimos de 21.33, donde la mayor temperatura se dio en los meses de enero y mayo, y menor temperatura en el mes de febrero. La humedad relativa presentó un promedio de 84.30, siendo la máxima en el mes de abril, y la precipitación promedio es de 12.92, se dio mayor precipitación en el mes de febrero.

Cuadro 2. Datos meteorológicos durante la ejecución del ensayo, enero – mayo 2019.

Meses	Temperatura			Humedad relativa	Precipitación
	Max	Min	Media	(%)	(mm/día)
Enero	31.02	21.10	26.06	81.93	11.13
Febrero	29.58	21.08	25.33	85.87	19.86
Marzo	30.53	21.54	26.04	84.88	17.03
Abril	29.64	21.56	25.60	86.31	12.89
Mayo	31.73	21.39	26.56	82.50	3.70
Promedio	30.50	21.33	25.92	84.30	12.92

Fuente: SENAMHI 2020.

3.2. Metodología

3.2.1. Componentes en estudio

- ◆ Bioles.
 - Biofer Humic® (1, 2 y 3 L/ha)
 - Super Húmico® (1, 2 y 3 L/ha)

3.2.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en el siguiente estudio esta conformados por 7, tres dosis de Biofer Humic (50, 100 y 150 ml/10 L H₂O) y tres dosis de Super Húmico (50, 100 y 150 ml/10L H₂O) incluido un tratamiento testigo, los bioles son comerciale se aplicó en tres oportunidades (Cuadro 3)

Cuadro 3. Tratamientos en estudio

Trat.	Productos	Dosis/ha (L/ 200L H ₂ O)	Dosis de producto (ml/10L H ₂ O)	Aplicación (ml/10L H ₂ O)		
				1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}
T1	Biofer Humic ®	1	50	20	20	10
T2	Biofer Humic ®	2	100	40	40	20
T3	Biofer Humic ®	3	150	60	60	30
T4	Super Húmico ®	1	50	20	20	10
T5	Super Húmico ®	2	100	40	40	20
T6	Super Húmico ®	3	150	60	60	30
T7	Testigo	0	0	0	0	0

3.2.3. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), compuesto por siete tratamientos y tres repeticiones, incluyendo un tratamiento testigo. Todas las variables serán sometidas al análisis de varianza se utilizó el Software estadístico InfoStat, $\alpha = 0.05$. Además, se determinó el coeficiente de variación (C.V.) y el coeficiente de determinación (R^2). En el caso de diferencias estadísticas, se realizó una comparación de medias de los tratamientos con DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves) a un $\alpha = 0.05$. El Modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} Es la respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente a la j -ésimo repetición, al cual se le aplicó el i -ésimo ácidos húmicos líquidos
- μ Efecto de la media general.
- $i\tau$ Efecto del i -ésimo ácidos húmicos líquidos
- ϵ_{ij} Efecto aleatorio del error experimental de la unidad experimental correspondiente a la j -ésimo repetición al cual se le aplicó el i -ésimo dosis.

Para:

- i 1, 2, 3, ..., 7 Tratamientos
- j 1, 2, 3, Repeticiones

3.2.4. Esquema del análisis de varianza

El esquema del análisis de varianza se representa en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza del DCA

Fuente de variación	GL	SC	CM	F-Cal.	p < 0.05
Tratamientos	6	S.C.Tr at	S.C.Tra/G .L. Trat.	C.M.Trat. C.M.Error	A (GLtrat.; GI error)
Error experimental	14	S.C.Err or	S.C.Error/ G.L.Error		
Total	20				

C.V (%)

R² (Coeficiente de determinación)

3.2.5. Características del campo experimental

a. Características de las parcelas o tratamientos

- Número de parcelas : 21
- Largo de la parcela : 1 m

- Ancho de la parcela : 0.75 m
- Área de la parcela : 0.75 m²
- Distancia entre parcelas : 0.2 m
- Número de plantas por parcela : 24
- Plantas evaluadas : 6

b. Área experimental

- Número de plantas por ensayo : 72
- Número total de plantas : 504
- Número de plantas para evaluación : 168
- Largo del experimento : 14 m
- Ancho del experimento : 1.5 m
- Área total del experimento : 21 m²

3.2.6. Conducción del experimento

a. Preparación de sustrato.- Se compró un cubo de tierra agrícola, se tamizó y se obtuvo tierra fina. Se mezcló con arena en proporciones de 40%, con la finalidad de obtener un sustrato franco arenoso, luego se procedió a desinfectar la mezcla con el fungicida de Flutolanil + Captan (50 g/20 L de agua) dejándose en reposo bajo sombra durante 24 horas.

b. Llenado y acomodo de las bolsas.- Se procedió al llenado de las 504 bolsas manualmente, cuyas dimensiones fueron 12 x 7, se presionó el sustrato ligeramente, para evitar la deformación y espacios vacíos en la bolsa. Posteriormente se ordenaron de acuerdo al croquis planteado.

- c. Obtención y pre germinado de las semillas.-** Las mazorcas se recolectaron del Fundo López, maduras y bien constituidas, ubicadas en el tercio superior del tronco donde se encontraron las semillas más grandes. Después de extraídas las semillas de las mazorcas y eliminado el mucílago a través de la frotación con aserrín, se procedió a la desinfección con para chupadera de las semillas y luego se realizó la pre germinación, para ello se seleccionó 600 semillas uniformes; una vez pre germinadas se escogió las semillas de buena radícula, después se procedió a depositar la semilla pre germinada en cada bolsa con aserrín húmedo y se le roció agua.
- d. Siembra de las semillas en las bolsas.-** Realizado el pre germinado, se escogieron 504 semillas las de mejor emisión en la radícula, se procedió a depositar una semilla por cada bolsa en un hoyo de 3 – 5 cm con sustrato húmedo, hasta donde se tape la semilla por completo, quedando cubierta, luego se procedió al riego.
- e. Aplicación de productos húmicos.-** La primera aplicación se realizó al momento de la emergencia (8 a 10 días) al sustrato, de acuerdo a los diferentes tratamientos, luego se realizó a los 25 días después de la primera aplicación, luego a los 45 días después de la segunda aplicación.
- f. Riegos.-** Se realizó cada tres días, a medida que se desarrollaban los plantones.
- g. Control de malezas.-** El control de malezas se realizó mediante el método manual, con la finalidad de que las

parcelas en estudio estén libres de malezas, evitando la competencia por luz, espacio y nutrientes.

- h. Control de plagas y enfermedades.-** Se realizó un control manual periódico mediante evaluaciones visuales a los tratamientos cada 15 días.

3.2.7. Variables a evaluar

- 1. Altura de plántulas.-** La evaluación de altura y número de hojas de las plantas se realizaron cada 15 días, donde se evaluaron 8 plántulas de cada tratamiento, las cuales fueron identificadas para las evaluaciones. Para la altura, la medición fue a 2 cm de la plántula hasta la yema terminal, visible en cm con una regla graduada.
- 2. Diámetro de tallo.-** La evaluación del diámetro del tallo se realizó cada 15 días, se evaluaron 8 plántulas de cada tratamiento, para la medición del diámetro se utilizó vernier de 2 cm del nivel del sustrato.
- 3. Número de hojas.-** Se determinó el número de hojas de las 8 plántulas evaluadas por cada unidad experimental, el conteo se realizó cada 15 días, el mismo día de las evaluaciones de altura y diámetro.
- 4. Área foliar.-** Para el área foliar se tomó de cuatro plántulas, se utilizó el método de la silueta, dibujo las hojas en papel bond se cortaron y se calculó el área foliar en dm^2 de cada tratamiento en estudio.

- 5. Peso fresco de la parte aérea.-** La determinación de este parámetro se realizó al finalizar el experimento (120 días) a cuatro plántones evaluados por tratamiento. Se tomaron muestras frescas de la parte foliar, las cuales fueron pesadas y puestas en bolsas de papel periódico, para así obtener el peso fresco de las muestras. Para obtener el peso seco, se llevaron las muestras a la estufa a 70°C durante 48 horas, hasta que adquirieran peso constante. Las muestras secas fueron pesadas, y por diferencia se calculó el porcentaje de humedad y materia seca.
- 6. Evaluación de la longitud y volumen de raíz.-** La longitud de raíz se evaluará al final del experimento (120 días) por tratamiento, utilizando la regla graduada, desde la inserción con el esqueje hasta la parte terminal de las raíces. Se tomarán las mediciones a cuatro plantas por tratamiento. De las mismas plantas se determinará el volumen, la metodología consistió en sumergir la raíz hasta el cuello de la planta en una probeta graduada llena con agua destilada permitiéndonos determinar el volumen por diferencia.
- 7. Peso fresco y peso seco.-** La determinación de este parámetro se realizó al finalizar el experimento (120 días) a cuatro plántones evaluados por tratamiento. Se tomaron muestras frescas de raíces, las cuales fueron pesadas y puestas en bolsas de papel periódico, para obtener el peso fresco a estas muestras se colocó en la estufa a 70 °C por 48 horas, se sacó de la estufa se dejó enfriar y se realizó el peso.

8. Análisis de rentabilidad (B/C).- La evaluación de la rentabilidad de los diferentes tratamientos en estudio, se realizó por el método "análisis comparativo de ingresos y costos de producción ". El índice de rentabilidad (B/C) en cada tratamiento, se determinó mediante la siguiente ecuación

$$relacion\ B/C = \frac{Ingreso\ Bruto}{Costo\ Produccion}$$

El ingreso bruto en todos los tratamientos, se determinó multiplicando el número de plantones producidos para una ha por el precio de cada plantón.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables biométricas de plántones de cacao

4.1.1. Altura

Los cuadrados medios del análisis de varianza, respecto a la altura de plántones de cacao evaluados a los 30, 60, 90 y 120 días; bajo el efecto de dos bioles y tres dosis (Cuadro 5), se determinó diferencias estadísticas en las cuatro evaluaciones, ya que se observa un valor de significancia menor al planteado ($\alpha = 0.05$), lo que indica que al menos un tratamiento en estudio es estadísticamente diferente. El coeficiente de variación (C.V) fue 3.91, 2.74, 2.92 y 2.39%. Según Pimentel (1985), citado por GORDÓN y CAMARGO (2015) señalan que el C.V se considera bajo cuando es inferior a 10%; se determinó una baja variación para altura, es decir, hay una buena homogeneidad durante las cuatro evaluaciones. también se observó un coeficiente de determinación (R^2) igual a 0.60, 0.89, 0.89 y 0.95, lo que indica, es que, los resultados de altura a los 30 días depende del 60% de la aplicación de los bioles y 40% por otros factores, a los 60 y 90 días, se muestra una dependencia 89% de la aplicación de los bioles y 12% de otros factores; a los 120 días se determinó una dependencia de 95% de los bioles y solo el 5% de otros factores, según DI RIENZO *et al.* (2008) el coeficiente de determinación oscila en 0 a 1, mientras más cercano a la unidad, mayor dependencia de los que se quiere mostrar. Se determinó que, a mayor edad y tamaño de planta mayor dependencia de tratamientos, el cotiledón presenta una estructura muy importante en las plantas, ya que proporcionan los nutrientes adecuados y necesarios para el desarrollo indica DORIA (2010).

Cuadro 5. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0.05$), para altura de plantones de cacao.

Fuente de variación	G.L.	30 días			60 días			90 días			120 días		
		CM	Fcal	P-valor	CM	Fcal	p-valor	CM	Fcal	p-valor	CM	Fcal	p-valor
Tratamiento	6	2.06	3.51	0.0247	7.34	18.97	<0.0001	9.37	19.77	<0.0001	15.52	43.8	<0.0001
Error experimental	14	0.59			0.39			0.47			0.35		
Total	20												
C.V.		3.91			2.74			2.92			2.39		
R²		0.60			0.89			0.89			0.95		

Cuadro 6. Altura de plantones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).

Trat.	altura (30 días)	Trat.	Altura (60 días)	Trat.	Altura (90 días)	Trat.	Altura (120 días)
T4	20.53 \pm 0.44 a	T6	25.17 \pm 0.36 a	T6	25.82 \pm 0.40 a	T5	27.15 \pm 0.34 a
T6	20.43 \pm 0.44 a	T5	24.00 \pm 0.36 b	T4	24.72 \pm 0.40 b	T6	27.02 \pm 0.34 a
T2	20.00 \pm 0.44 a	T4	23.33 \pm 0.36 b	T5	24.68 \pm 0.40 b	T3	25.86 \pm 0.34 b
T1	19.58 \pm 0.44 a	T2	22.33 \pm 0.36 c	T3	23.72 \pm 0.40 b	T4	25.73 \pm 0.34 b
T3	19.18 \pm 0.44 a	T3	22.25 \pm 0.36 c	T2	22.97 \pm 0.40 c	T2	24.33 \pm 0.34 c
T5	19.13 \pm 0.44 a	T1	21.75 \pm 0.36 c	T1	22.42 \pm 0.40 c	T1	23.33 \pm 0.34 c
T7	18.18 \pm 0.44 b	T7	20.40 \pm 0.36 d	T7	20.50 \pm 0.40 d	T7	20.77 \pm 0.34 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Leyenda:

T1 = Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O
 T4 = Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O
 T7 = Testigo

T2 = Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O
 T5 = Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O

T3 = Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O
 T6 = Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O

Al realizar el análisis de comparación múltiple en las cuatro evaluaciones (30, 60, 90 y 120 días) (Cuadro 6), se observa que a los 30 días todos los tratamientos con ácido Húmico son estadísticamente iguales y se diferencian del tratamiento T7 (Testigo); lo que significa que hasta los 30 días no había un efecto en cuanto a los dos bioles y tres dosis, más bien las plantas dependen del cotiledón de las semillas para su desarrollo (DORIA, 2010), A partir de los 60 días se observa diferencias estadísticas entre tratamientos con bioles, observándose cuatro grupos definidos; ubicándose el tratamiento T6 (Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O) en primer lugar, diferenciando estadísticamente de los demás tratamientos en estudio, en segundo lugar se observa a los tratamientos T5 (Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O) y T4 (Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O) estadísticamente iguales, pero diferentes a los tratamientos T2, T3, T1 y T7, asimismo en tercer lugar se ubican a los tratamientos T2 (Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O), T3 (Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O), T1 (Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O) estadísticamente iguales y diferentes al tratamiento T7 (Testigo). También a los 90 días se observa cuatro grupos definidos y el tratamiento T6 (Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O) en primer lugar, el segundo grupo está conformado por los tratamientos T4 (Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O), T5 (Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O) y T3 (Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O), siendo iguales estadísticamente, pero diferentes a los tratamientos T2, T1 y T7, el tercer grupo lo conforman los tratamientos T2 (Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O) y T1 (Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O) siendo iguales estadísticamente y diferentes al tratamiento T7 (Testigo). Así también se observa que a los 120 días de evaluación desde la siembra cuatro grupos, mostrándose los tratamientos T5

(Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O) y T6 (Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O) estadísticamente iguales, pero diferentes a los demás tratamientos, asimismo los tratamientos T3 (Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O) y T4 (Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O) iguales estadísticamente, pero diferentes a los tratamientos T2, T1 y T7, en tercer lugar los tratamientos T2 (Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O) y T1 (Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O), iguales estadísticamente y diferentes al tratamiento T7 (Testigo). las diferencias de altura a los 120 días muestran un efecto positivo entre las dosis de los bioles.

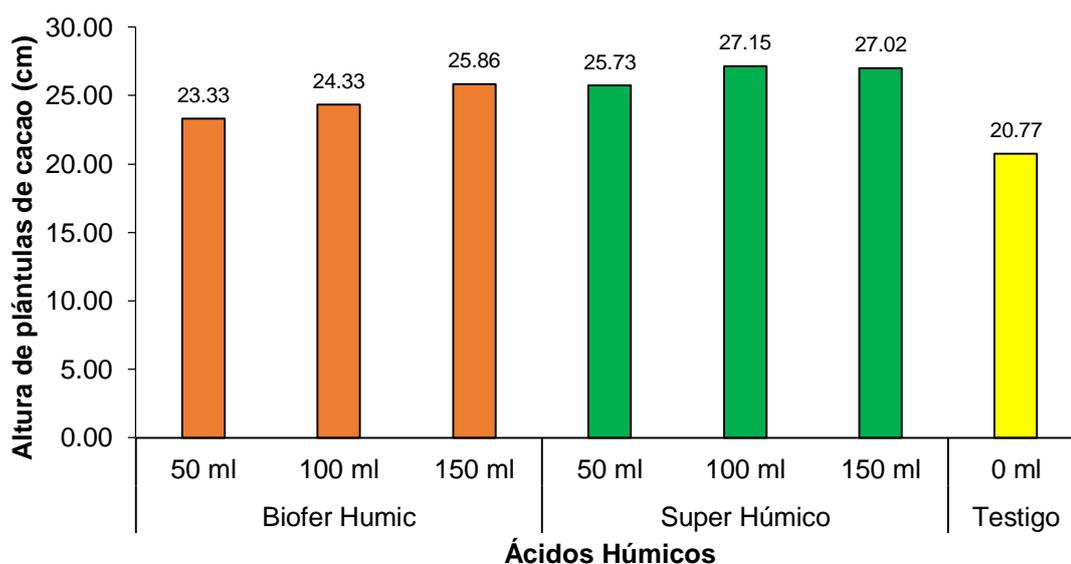


Figura 3. Altura de plantones de cacao por efecto de bioles

En todas las evaluaciones se observa al tratamiento T7 (Testigo) con menores alturas, a diferencias de los demás tratamientos, lo que significa que hay un efecto positivo en el desarrollo de altura de plantones, por efecto de la aplicación de bioles. Según VICENTE *et al.* (2014) en su investigación

realizada en el cultivo de maíz, al aplicar enmienda líquida orgánica la planta tuvo mejor altura. También, se observa que el Super Húmico presenta mayor efecto en dosis de 100 y 150, pero son estadísticamente iguales se recomienda usar 100 ml/L según los resultados en la presente tesis.

En la Figura 2, se determinó que el tratamiento testigo presentó un valor promedio de 20.77 cm, asimismo se observa que los tratamientos donde se aplicó Biofer Humic muestran valores promedios 23.33, 24.33 y 25.86 cm y los tratamientos donde se aplicó Super Húmico los valores promedios son: 25.73, 27.15 y 27.02 cm; por lo que se muestra que con la aplicación de Super Húmico, los plantones de cacao obtuvieron mayor tamaño en comparación, con la aplicación de Biofer Humic. Según NOBOA (2019), en su investigación en cuanto a la aplicación de la enmienda líquida (algaser Plus) produjo plantones de cacao más altas, resultado que coincide con nuestro trabajo. Además, se observa que a mayor dosis de ácido húmico mayor altura de plantones de cacao, es decir que la nutrición adecuada para el desarrollo de plantones de cacao es 150 ml. Según DOBBSS *et al.* (2007) manifiesta que las sustancias Húmicas no sólo promueven la absorción de nutrientes del suelo, sino que además aumentan la permeabilidad celular y parecen regular mecanismos implicados en la estimulación del crecimiento de la planta. GARBANZO *et al.* (2016) determinaron que la aplicación de enmiendas orgánicas líquidas, son de rápida acción y presentan un efecto positivo en cuanto a altura de plantas. Referencias que coincide con los resultados de nuestro trabajo ya que al aplicar bioles líquidos los plantones de cacao presentan mayor altura.

4.1.2. Diámetro de tallo

Los cuadrados medios del análisis de varianza, para diámetro de tallo de plántones de cacao evaluados a los 30, 60, 90 y 120 días; bajo el efecto de dos bioles y tres dosis (Cuadro 7), se determina diferencias estadísticas en las cuatro evaluaciones, ya que se observa un valor de significancia menor al planteado ($\alpha = 0.05$), lo que indica, que al menos un tratamiento en estudio es estadísticamente diferente. El coeficiente de variación (C.V) fue 2.94, 2.94, 5.50 y 7.54 %. Según Pimentel (1985), citado por GORDÓN y CAMARGO (2015) señala que el C.V se consideran bajos cuando son inferiores a 10 %; los datos muestran baja variación para diámetro de tallos de plántones de cacao, es decir hay una buena homogeneidad durante las cuatro evaluaciones. Además el coeficiente de determinación (R^2) fue 0.64, 0.84, 0.74 y 0.72, estos valores indican la dependencia del diámetro de tallo en función de los tratamientos en estudio, en tanto a los 30 días muestra una dependencia del 64% de la aplicación de los bioles y 36% por otros factores, a los 60 días, se muestra una dependencia 84% de la aplicación de los bioles y 16% de otros factores, a los 90 días se observa una dependencia de 74% y 26% por otros factores y a los 120 días se determinó una dependencia de 72% de los bioles y el 18% de otro factor; Según DI RIENZO *et al.* (2008) el coeficiente de determinación oscila en 0 a 1, mientras más cercano a la unidad, mayor será la dependencia de lo que se quiere mostrar. Los resultados muestran que a mayor edad de plántones de cacao mayor efecto de los bioles, es probable que suceda lo mencionado por DORIA (2010), indica que las plantas se alimentan del cotiledón en los primeros días.

Cuadro 7. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0.05$), para diámetro del tallo de plantones de cacao.

Fuente de variación	G.L.	30 días			60 días			90 días			120 días		
		CM	Fcal	P-valor	CM	Fcal	p-valor	CM	Fcal	p-valor	CM	Fcal	p-valor
Tratamiento	6	0.06	4.10	0.0139	0.25	11.86	0.0001	0.55	6.55	0.0018	1.18	6.04	0.0027
Error experimental	14	0.01			0.02			0.08			0.20		
Total	20												
C.V.		2.94			2.94			5.50			7.54		
R²		0.64			0.84			0.74			0.72		

Cuadro 8. Diámetro del tallo de plantones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).

Trat.	diámetros (30 días)				Trat.	Diámetro (60 días)				Trat.	Diámetro (90 días)				Trat.	Diámetro (120 días)			
T6	4.16	\pm	0.07	a	T6	5.19	\pm	0.08	a	T6	5.87	\pm	0.17	a	T5	6.46	\pm	0.26	a
T5	4.12	\pm	0.07	a	T5	5.07	\pm	0.08	a	T5	5.65	\pm	0.17	a	T6	6.3	\pm	0.26	a
T1	4.10	\pm	0.07	a	T4	5.06	\pm	0.08	a	T4	5.39	\pm	0.17	a	T4	6.26	\pm	0.26	a
T4	3.97	\pm	0.07	b	T1	4.93	\pm	0.08	a	T2	5.27	\pm	0.17	a	T3	6.12	\pm	0.26	a
T3	3.89	\pm	0.07	b	T2	4.87	\pm	0.08	a	T3	5.17	\pm	0.17	a	T1	5.75	\pm	0.26	a
T2	3.84	\pm	0.07	b	T3	4.87	\pm	0.08	a	T1	5.08	\pm	0.17	a	T2	5.59	\pm	0.26	a
T7	3.84	\pm	0.07	b	T7	4.31	\pm	0.08	b	T7	4.54	\pm	0.17	b	T7	4.63	\pm	0.26	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Leyenda:

T1 = Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O
 T4 = Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O
 T7 = Testigo

T2 = Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O
 T5 = Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O

T3 = Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O
 T6 = Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O

Al realizar el análisis de comparación múltiple en las cuatro evaluaciones (30, 60, 90 y 120 días) (Cuadro 8), se observa que a los 30 días los tratamientos T6 (Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O), T5 (Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O) y T1 (Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O) son estadísticamente iguales, pero diferentes a los tratamientos T4 (Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O), T3 (Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O), T2 (Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O) y T7 (Testigo); mostrando un efecto con la aplicación de Super Húmico en dosis de 100 y 150 ml/l y Biofer Humic con dosis de 50 ml/L. Según CAMACHO *et al.* (2015), indica que las enmiendas líquidas son de rápida acción, probablemente se debe a su alta fineza, la que causaría una reacción química casi inmediata, contrario a las enmiendas sólidas tradicionales que por lo general reaccionan en un período de 3 a 6 meses después de aplicadas, es probable que esta rápida acción determino mayor diámetro de tallo de plántones de cacao a los 30 días de evaluación. Además, se observa que a los 60, 90 y 120 días no había un efecto en cuanto a los dos bioles y tres dosis, ya que todos los tratamientos se muestran estadísticamente iguales y solo diferente al tratamiento T7 (Testigo); los resultados indican que no hay un efecto estadísticamente positivo con la aplicación de dos bioles y dosis respecto al diámetro de tallos de plántones de cacao. Sin embargo, al igual que la altura de plántones, se observa al tratamiento T7 (Testigo) con menor diámetro de tallo, a diferencia de los demás tratamientos, lo que significa que hay un efecto positivo en el desarrollo del diámetro de tallo en los plántones de cacao, por efecto de la aplicación de bioles. Según ANGULO (2009), el uso de ácidos fúlvicos el cual es el contenido principal de los bioestimulantes usados en su trabajo, concluyó que las plantas de cacao

superaron significativamente al tratamiento testigo en cuanto al diámetro de las plantas de cacao. También, se observa que el Super Húmico presenta mayor efecto en dosis de 100 y 150, tratamientos T5 y T6 pero son estadísticamente iguales se recomienda usa 100 ml/L según los resultados en la presente tesis. Los resultados para el diámetro de plántones de cacao, nos indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para ambos bioles y dosis, por su parte ENCINA (2017) determinó que los bioles a base de escoria básica y carbonato de calcio son estadísticamente igual en diámetro de plantas.

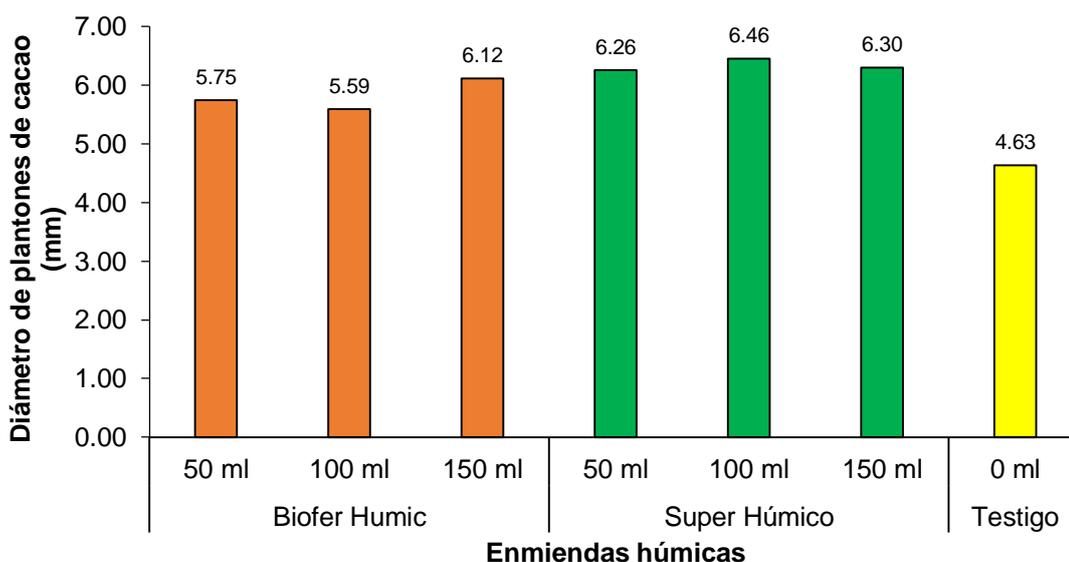


Figura 4. Diámetro del tallo de plántones de cacao por efecto de bioles

En la Figura 4, se observa al tratamiento testigo con un valor promedio de 4.63 mm, asimismo se observa que los tratamientos donde se aplicó ácidos húmicos muestran valores promedios de 5.59 a 6.46 mm; mostrando mayor diámetro en dosis de 150 ml/L de Biofer Húmic y Súper Húmico en dosis de 100

ml/L. Este comportamiento coincide con altura de plántones de cacao, donde se determinó mejores resultados en mayores dosis y Super Húmico. Según GARBANZO *et al.* (2016), manifiestan que las enmiendas Húmicas mejoran la fertilidad del suelo, específicamente incrementa la absorción de Ca y Mg, lo que se determina mejor resultado en desarrollo de plantas

4.1.3. Número de hojas

Los cuadrados medios del análisis de varianza, para número de hojas de plántones de cacao evaluados a los 30, 60, 90 y 120 días; bajo el efecto de dos bioles y tres dosis (Cuadro 9), se determina que a los 30 días no hay diferencia estadística entre tratamientos en estudio ya que se observa una significancia mayor a lo planteado ($\alpha = 0.05$). Pero si, se determinó diferencias estadísticas a los 60, 90 y 120 días, toda vez que se observa un valor de significancia menor al planteado ($\alpha = 0.05$), lo que indica que al menos un tratamiento en estudio es estadísticamente diferente. El coeficiente de variación (C.V) fue 11.57, 7.87, 11.61 y 6.19%. Considerados como bajos y medios, así lo señala Pimentel (1985), citado por GORDÓN y CAMARGO (2015), el C.V bajos cuando son inferiores a 10%; medios de 10 a 20%, es decir las evaluaciones en número de hojas evaluadas cada 30 días muestra variación baja y media durante las evaluaciones hasta los 120 días, las evaluaciones muestran una homogeneidad considerado medio. El coeficiente de determinación (R^2) fue 0.19, 0.63, 0.62 y 0.94, estos valores indican el efecto de los tratamientos en estudio,

Cuadro 9. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0.05$), para número de hojas de plántones de cacao

Fuente de variación	G.L.	30 días			60 días			90 días			120 días		
		CM	Fcal	P-valor	CM	Fcal	p-valor	CM	Fcal	p-valor	CM	Fcal	p-valor
Tratamiento	6	0.16	0.56	0.7583	1.33	4	0.0153	3.43	3.79	0.0187	11.67	35	<0.0001
Error experimental	14	0.29			0.33			0.90			0.33		
Total	20												
C.V.		11.57			7.87			11.61			6.19		
R²		0.19			0.63			0.62			0.94		

Cuadro 10. Número de hojas de plántones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).

Trat.	N de hojas(30 días)			Trat.	N de hojas (60 días)			Trat.	N de hojas (90 días)			Trat.	N de hojas (120 días)		
T6	5.00	\pm 0.31	a	T4	8.00	\pm 0.33	a	T4	9.33	\pm 0.55	a	T5	11.33	\pm 0.33	a
T7	4.67	\pm 0.31	a	T5	7.67	\pm 0.33	a	T3	9.00	\pm 0.55	a	T6	11.33	\pm 0.33	a
T5	4.67	\pm 0.31	a	T6	7.67	\pm 0.33	a	T5	8.33	\pm 0.55	a	T4	10.33	\pm 0.33	b
T4	4.67	\pm 0.31	a	T2	7.67	\pm 0.33	a	T6	8.33	\pm 0.55	a	T3	10.00	\pm 0.33	b
T2	4.67	\pm 0.31	a	T1	7.33	\pm 0.33	a	T2	8.33	\pm 0.55	a	T2	8.33	\pm 0.33	c
T3	4.33	\pm 0.31	a	T3	7.00	\pm 0.33	a	T1	8.00	\pm 0.55	a	T1	8.00	\pm 0.33	c
T1	4.33	\pm 0.31	a	T7	6.00	\pm 0.33	b	T7	6.00	\pm 0.55	b	T7	6.00	\pm 0.33	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Leyenda:

T1 = Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O
 T4 = Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O
 T7 = Testigo

T2 = Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O
 T5 = Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O

T3 = Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O
 T6 = Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O

Respecto al número de hojas, a los 30 días muestran una dependencia del 19%, lo que indica que el efecto de los bioles a los 30 días es casi nulo, la planta estaría dependiendo de otros factores en 81%, a los 60 días, se muestra una dependencia de 63% y 37% de otros factores, a los 90 días se observa una dependencia de 62% y 38% por otros factores y a los 120 días se determinó una dependencia de 94% y el 6% de otros factor, Según DI RIENZO *et al.* (2008) el coeficiente de determinación oscila en 0 a 1, mientras más cercano a la unidad, mayor será la dependencia de lo que se quiere mostrar. Se determina que la mayor dependencia de los bioles es a mayor edad de los plantones al igual que altura y diámetro.

Al efectuar el análisis de comparación múltiple en las cuatro evaluaciones (30, 60, 90 y 120 días) (Cuadro 10), se observa que a los 30 días todos los tratamientos son estadísticamente iguales, confirmando el análisis de varianza general; asimismo se observa que a los 60 y 90 días todos los tratamientos donde se aplicó los bioles son estadísticamente iguales y solo se diferencian el tratamiento testigo que se ubica con menor número de hojas; y a los 120 días de evaluación se observa cuatro grupos definidos, siendo los tratamientos T5 (Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O) y T6 (Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O) estadísticamente iguales, ubicados en primer lugar, pero diferentes a los demás tratamientos, en segundo lugar se determinó a los tratamientos T4 (Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O) y T3 (Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O) son iguales estadísticamente, pero diferentes a los tratamientos T2, T1 y T7 (Testigo); también se observa a los tratamientos T2 (Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O) y T1 (Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O) son iguales estadísticamente pero diferentes al

tratamiento T7 (testigo) que además, se ubica en último lugar, con menor número de hojas. Al igual que, altura y diámetro, el número de hojas de plántones de cacao, muestran mayor efecto en mayores dosis y el Super Húmico obtiene mayor número de hojas.

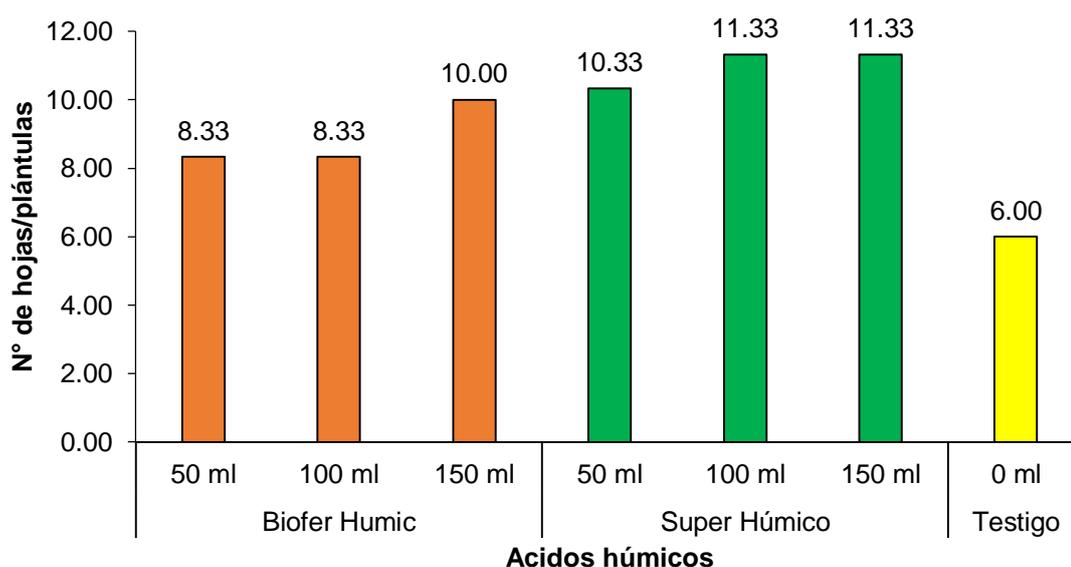


Figura 5. Número de hojas de plántones de cacao por efecto de bioles

En la Figura 5, se observa al tratamiento testigo con un promedio de 6 hojas/plántones y los tratamientos donde se aplicó Biofer Humic muestran promedios de 8.33, 8.33 y 10 números de hojas/plántones y los tratamientos que recibieron Super Húmico alcanzaron número de hojas promedio de 10.33, 11.33 y 11.33, se determinó una diferencia de 2 a 5 hojas en promedio por planta. Además, se muestra un efecto positivo en cuanto al número de hojas/plántones, a los 120 días después de la instalación, en las dosis de 150 ml de producto, pero mayor efecto se muestra en la aplicación de Super Húmico.

4.1.4. Área foliar

El análisis de varianza, para área foliar de plántones de cacao evaluados a los 120 días después de la instalación; bajo el efecto de dos bioles y tres dosis (Cuadro 11), se observa diferencias estadísticas altamente significativas, lo que indica que al menos un tratamiento en estudio es estadísticamente diferente. El coeficiente de variación (C.V) fue 5.82%. Pimentel (1985), citado por GORDÓN y CAMARGO (2015), señala que el C.V. menor a 10%; es considerado bajo, es decir hay una buena homogeneidad. El coeficiente de determinación (R^2) fue 0.95, este valor indica el efecto de los tratamientos en estudio, respecto al área foliar, es decir, los resultados indican que el 95% del área foliar está relacionada a los bioles y el 5% por otros factores no controlables, Según DI RIENZO *et al.* (2008) el coeficiente de determinación oscila en 0 a 1, mientras más cercano a la unidad, mayor será la dependencia de lo que se quiere mostrar.

Cuadro 11. Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$), para área foliar de plántones de cacao.

Fuente de variación	G.L	CM	F cal.	p-valor
Tratamiento	6	2.90	46.56	<0.0001
Error experimental	14	0.06		
Total	20			
C.V.	5.82			
R²	0.95			

En el Cuadro 12, se observa cuatro grupos diferentes, siendo los tratamientos T3 (Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O) y T6 (Super Húmico[®] 150

ml/10L H₂O) estadísticamente iguales y con mayor área foliar, que además, se diferencian estadísticamente de los tratamientos T5, T2, T7, T4, T1; en segundo lugar se observa al tratamiento T5 (Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O), diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T2, T7, T4 y T1, además el tratamiento T2 (Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O), se observa estadísticamente diferente a los tratamientos T7, T4 y T1 que además son estadísticamente iguales y ocupan la menor área foliar.

Cuadro 12. Área foliar de plántones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media ± error estándar).

Tratamientos	Área foliar (dm ²)		
T3 (Biofer Humic 150 ml/10L H ₂ O)	5.66	± 0.14	a
T6 (Super Húmico 150 ml/10L H ₂ O)	5.33	± 0.14	a
T5 (Super Húmico 100 ml/10L H ₂ O)	4.81	± 0.14	b
T2 (Biofer Humic 100 ml/10L H ₂ O)	4.08	± 0.14	c
T7 (Testigo 0 ml/10L H ₂ O)	3.48	± 0.14	d
T4 (Super Húmico 50 ml/10L H ₂ O)	3.37	± 0.14	d
T1 (Biofer Humic 50 ml/10L H ₂ O)	3.28	± 0.14	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

En la Figura 6, se observa al tratamiento testigo con un área promedio de 3.48 dm² mayor que los tratamientos con dosis de 50 ml/l de Biofer Humic y Súper Húmico quienes alcanzaron un área foliar de 3.28 y 3.37 ml/L; sin embargo, los tratamientos con 100 y 150 ml/L de Biofer Humic y Súper Húmico, muestran un efecto positivo ya que alcanzaron áreas foliares mayor que el tratamiento testigo que va desde 4.08 hasta 5.66.

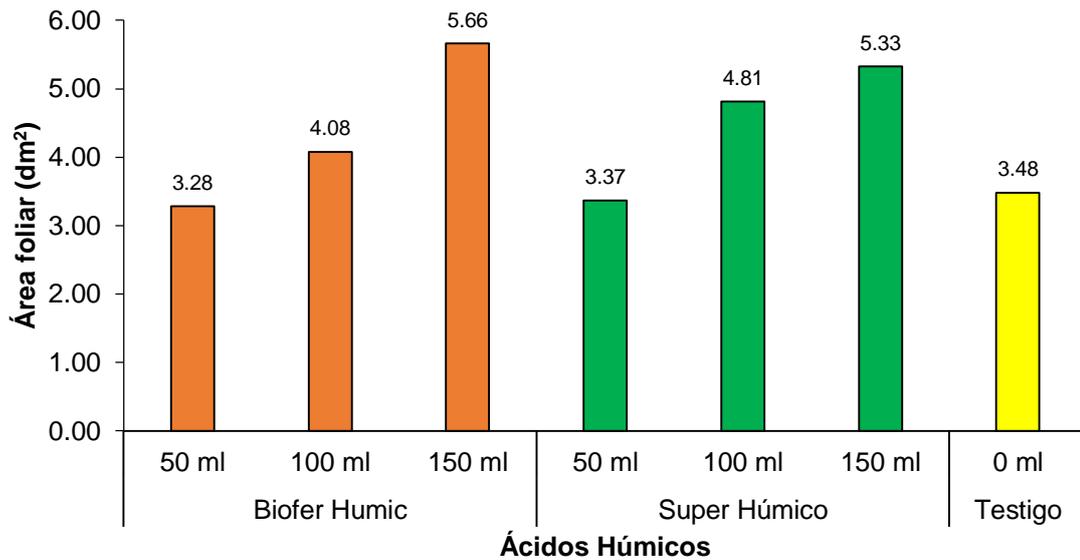


Figura 6. Área foliar de plantones de cacao por efecto de bioles

En cuanto a la aplicación de bioles líquidas en la investigación hecha por CAMACHO *et al.* (2015) en el cultivo de sorgo, éstas presentaron mayor área foliar a diferencia del tratamiento testigo. Por su parte SOLANO (2013) indica que las enmiendas líquidas producen mayor área foliar y mayor número de hojas, resultados que confirman la importancia de estos nutrientes en la producción de plantones de cacao en menor edad y mejores características.

4.1.5. Peso fresco y seco de la parte aérea

Los cuadrados medios del análisis de varianza, respecto al peso fresco y seco de la parte aérea de plantones de cacao evaluados a los 120 días después de la instalación; bajo el efecto de dos bioles y tres dosis (Cuadro 13), se observa diferencias estadísticas ya que se observa un valor de significancia menor al planteado ($\alpha = 0.05$), lo que indica que al menos un tratamiento en estudio es estadísticamente diferente. Los coeficientes de variación (C.V.) son 11.26 y

6.92%. Según Pimentel (1985), citado por GORDÓN y CAMARGO (2015), señala que el C.V. menor a 10% es considerado bajo y de 11 a 20% medio, lo que indica que la toma de datos muestra una variación media y baja durante el desarrollo de experimento. Los coeficientes de determinación (R^2) son 0.85 y 0.97, estos valores indican el efecto de los tratamientos en estudio, respecto al peso fresco y seco de la parte aérea (tallo y hojas) de las plantones de cacao, por lo que el peso fresco depende en 85% por efecto de los tratamientos y 15% por otros factores, además de observa que el peso seco de la parte aérea de plantones de cacao depende del 97% de tratamientos y solo el 3% por otros factores, Según DI RIENZO *et al.* (2008) el coeficiente de determinación oscila en 0 a 1, mientras más cercano a la unidad, mayor será la dependencia de lo que se quiere mostrar.

Cuadro 13. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0.05$), para peso fresco y seco de la parte aérea de plantones de cacao

Fuente de variación	G.L.	Peso fresco			Peso seco		
		C.M.	Fcal	p-valor	C.M.	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	10.41	13.58	<0.0001	1.94	66.98	<0.0001
Error experimental	14	0.77			0.03		
Total	20						
C.V.		11.26			6.92		
R^2		0.85			0.97		

En el Cuadro 14, se observa tres grupos definidos tanto en peso fresco y seco, mostrando que en peso fresco los tratamiento T6 (Super Húmico[®] 150 ml/L) y T5 (Super Húmico[®] 100 ml/L) son estadísticamente iguales, pero a sus vez diferentes a los tratamientos T3, T4, T2, T7 y T1; en segundo grupo se observa a los tratamientos T3 (Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O), T4 (Super

Húmico[®] 50 ml/10L H₂O) y T2 (Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O) estadísticamente iguales, pero diferentes a los tratamientos T7 y T1 que además son estadísticamente igual y muestran menor peso de la parte aérea de plantones de cacao. Respecto al peso seco de la parte aérea de plantones de cacao se observa, a los tratamientos T6 (Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O), T5 (Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O) y T3 (Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O) estadísticamente iguales, pero diferentes a los tratamientos T2, T4, T7 y T1, asimismo se observa a los tratamientos T2 (Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O) y T4 (Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O) iguales estadísticamente, y diferentes a los tratamientos T7 y T1 que además muestran los menores pesos. En ambos pesos se observa que los tratamientos T7 y T1 son menores y los mayores pesos es donde se aplicó la dosis más alta de bioles.

Cuadro 14. Peso fresco y seco de la parte aérea de plantones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media ± error estándar).

Trat.	Peso fresco (g)			Trat.	Peso seco (g)		
T6	10.48	± 0.51	a	T6	3.36	± 0.10	a
T5	9.63	± 0.51	a	T5	3.19	± 0.10	a
T3	8.53	± 0.51	b	T3	3.01	± 0.10	a
T4	7.38	± 0.51	b	T2	2.48	± 0.10	b
T2	7.04	± 0.51	b	T4	2.36	± 0.10	b
T7	5.83	± 0.51	c	T7	1.46	± 0.10	c
T1	5.53	± 0.51	c	T1	1.36	± 0.10	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Leyenda:

T1 = Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O
 T3 = Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O
 T5 = Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O
 T7 = Testigo

T2 = Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O
 T4 = Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O
 T6 = Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O

Según VENEROS *et al.* (2014) la aplicación de bioles y fúlvicos en las plantas de *Passiflora ligularis* presentaron mayor peso fresco y seco de

plantas a diferencia del tratamiento testigo; concluyendo que la aplicación de los bioles y fúlvicos en las plantas presenta efecto positivo. Referencia que coincide con nuestros resultados ya que muestra un efecto positivo en peso de plántones en la aplicación de bioles.

En la Figura 7, se observa una relación entre peso fresco y seco, es decir que a mayor peso fresco mayor peso seco, mostrándose de esta manera al tratamiento con Super Húmico a dosis de 150 ml/L mayor peso promedio de 10.48 y 3.36 respectivamente y el menor peso se determinó cuando se aplicó Biofer Humic en dosis de 50 ml/L lo que indica que a éstas dosis los plántones no muestran un efecto.

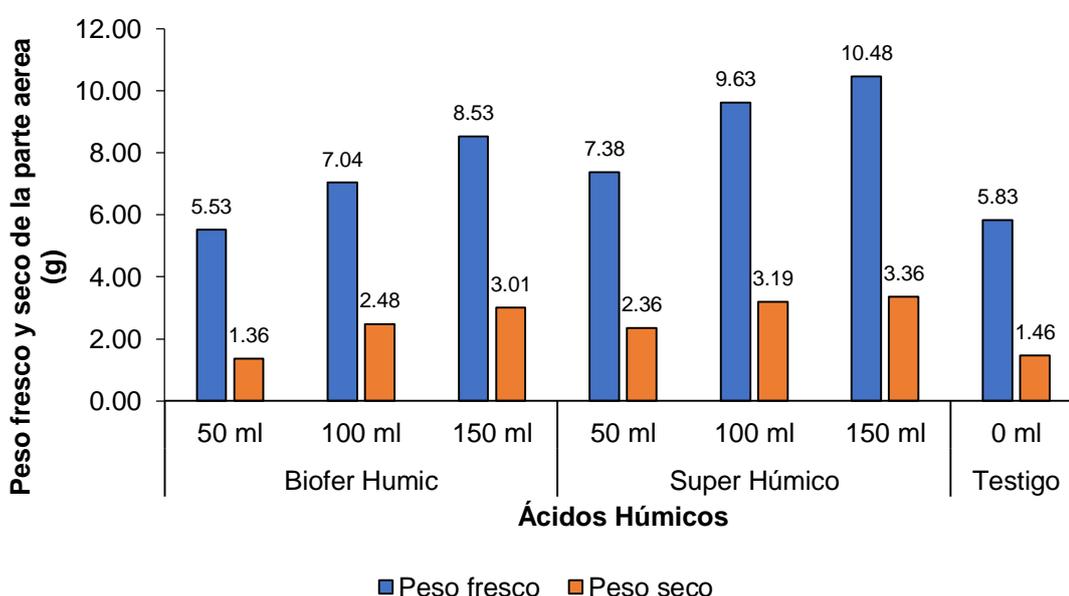


Figura 7. Peso fresco y seco de la parte aérea de plántones de cacao por efecto de bioles.

Según DAMIAN *et al.* (2018) las enmiendas orgánicas muestran efecto positivo en las propiedades del suelo y por ende muestra mejor resultados

en cultivos, mostrando así, mayor tamaño y mayor rendimiento, por su parte GUTIÉRREZ *et al* (2011) refiere que el peso de los pontones de cacao está en función a su altura y tamaño de hojas, además, SOLANO (2013), indica que las enmiendas tiene un efecto positivo en cuanto al peso de materia seca a las plantas, que además, es lo más importante porque indica el porcentaje de masa seca del cultivo. Por lo que los resultados muestran mayor efecto positivo en el desarrollo de plantones por aplicación de bioles.

4.1.6. Longitud y volumen de raíz

Los cuadrados medios del análisis de varianza, respecto a la longitud y volumen de raíz de plantones de cacao evaluados a los 120 días después de la instalación; bajo el efecto de dos bioles y tres dosis (Cuadro 15), se observa diferencias estadísticas ya que se observa un valor de significancia menor al planteado ($\alpha = 0.05$), lo que indica que al menos un tratamiento en estudio es estadísticamente diferente. Los coeficientes de variación (C.V) fue 17.23 y 17.25%. Según Pimentel (1985), citado por GORDÓN y CAMARGO (2015), señala que el C.V. de 11 a 20% se consideran medio, lo que indica que la toma de datos presenta variación media durante el desarrollo de experimento. Los coeficientes de determinación (R^2) son 0.82 y 0.86, estos valores indican que los resultados dependen del 82 y 86% por aplicación de bioles, para longitud y volumen de raíz respectivamente. Según DI RIENZO *et al.* (2008) el coeficiente de determinación oscila en 0 a 1, mientras más cercano a la unidad, mayor será la dependencia de lo que se quiere mostrar.

Cuadro 15. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0.05$), para longitud y volumen de raíz de plantones de cacao

Fuente de variación	G.L.	Longitud (cm)			Volumen (cm ³)		
		C.M.	Fcal	p-valor	C.M.	Fcal	p-valor
Tratamiento	6	156.73	10.56	0.0002	98.05	14.33	<0.0001
Error experimental	14	14.84			6.84		
Total	20						
C.V.		17.23			17.25		
R²		0.82			0.86		

En el Cuadro 16, se observa la longitud de raíz, ubicándose en primer lugar los tratamientos T6 (Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O), T3 (Biofer Húmic[®] 150 ml/10L H₂O), T5 (Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O) y T4 (Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O) las culés de muestra estadísticamente iguales y les corresponde la mayor longitud de raíz, comparado con los tratamientos T7, T1 y T2, estos tratamientos son iguales estadísticamente y se obtuvo la menor longitudes de raíz. En cuanto al volumen de raíz, se determinó tres grupos diferentes, en primer lugar se muestra los tratamientos T6 (Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O), T3 (Biofer Húmic[®] 150 ml/10L H₂O), y T5 (Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O), estadísticamente iguales, a que les corresponde mayor volumen de raíces, además son estadísticamente diferentes a los tratamientos T2, T4, T1 y T7, en segundo lugar se muestra a los tratamientos T2 (Biofer Húmic[®] 100 ml/10L H₂O) y T4 (Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O) iguales estadísticamente y diferentes a los tratamientos T1 y T7, además estos tratamientos muestran los menores volumen de raíz, se determina que los bioles a mayor dosis muestra efecto positivo en cuanto a la longitud y volumen de raíces.

Cuadro 16. Longitud y volumen de raíz de plántones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).

Longitud (cm)			Volumen (cm ³)		
Trat.	Media	SE	Trat.	Media	SE
T6	32.11	± 2.22	T6	22.78	± 1.51
T3	28.67	± 2.22	T3	18.89	± 1.51
T5	26.82	± 2.22	T5	18.89	± 1.51
T4	23.56	± 2.22	T2	15.56	± 1.51
T7	15.56	± 2.22	T4	14.45	± 1.51
T1	15.22	± 2.22	T1	8.33	± 1.51
T2	14.61	± 2.22	T7	7.22	± 1.51

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Leyenda:

T1 = Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O
 T3 = Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O
 T5 = Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O
 T7 = Testigo

T2 = Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O
 T4 = Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O
 T6 = Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O

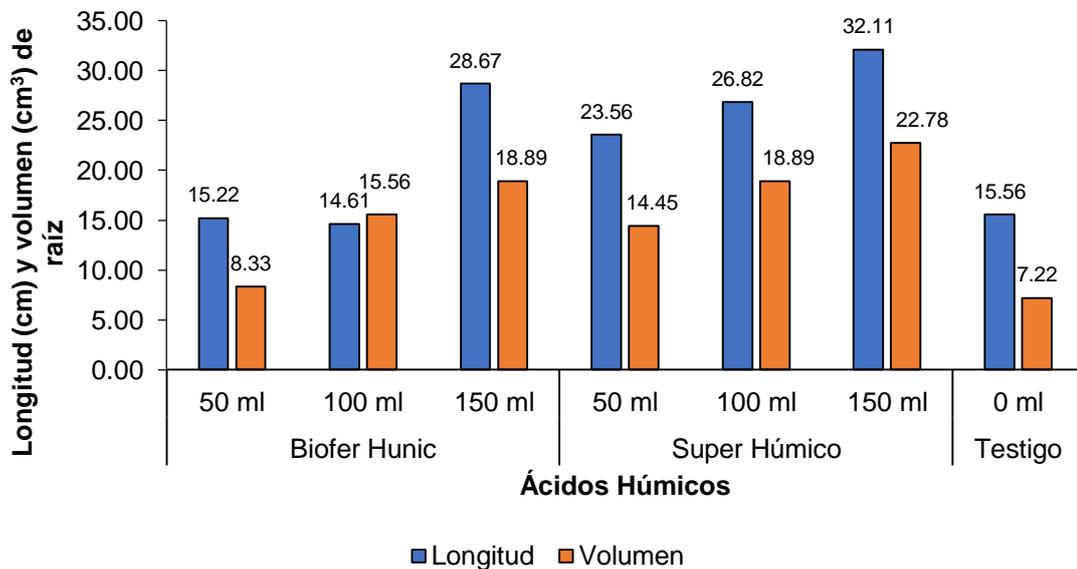


Figura 8. Longitud y volumen de raíz de plántones de cacao por efecto de bioles.

La Figura 8, se observa mayor tamaño y volumen de raíz corresponde a dosis de 150 ml/L de bioles; pero además con la aplicación de

Biofer Humic se obtuvo valores de 28.67 cm y 18.89 cm³ y con Super Húmico 32.11 cm y 22.78 cm³. El mejor resultado corresponde al ácido húmico “Super Húmico”, es probable que el efecto corresponde a las concentraciones de minerales de cada producto, según GARBANZO et al. (2016), el desarrollo de las plantas por efecto de la aplicación de enmiendas Húmicas está en función al contenido de minerales que estos incorporen al suelo y sean absorbidas por las plantas.

4.1.7. Peso fresco y peso seco de la raíz.

Los cuadrados medios del análisis de varianza, para peso fresco y seco de raíz de plántones de cacao evaluados a los 120 días después de la instalación; bajo el efecto de dos bioles y tres dosis (Cuadro 17), se observa diferencias estadísticas ya que se observa un valor de significancia menor al planteado ($\alpha = 0.05$), lo que indica que al menos un tratamiento en estudio es estadísticamente diferente. Los coeficientes de variación (C.V.) son 18.09 y 13.20%. Según Pimentel (1985), citado por GORDÓN y CAMARGO (2015), señala que el C.V. de 11 a 20% se consideran como medio, lo que indica que la toma de datos presenta variación media durante el desarrollo del experimento. Los coeficientes de determinación (R^2) son 0.58 y 0.89, estos valores indican el efecto de los tratamientos en estudio, es decir que el 58 y 89% de peso es por efecto de la aplicación de bioles, así lo manifiestan DI RIENZO *et al.* (2008) el coeficiente de determinación oscila en 0 a 1, mientras más cercano a la unidad, mayor será la dependencia de lo que se quiere mostrar

Cuadro 17. Cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0.05$), para peso fresco y seco de raíz de plantones de cacao.

Fuente de variación	G.L.	Peso fresco (g)			Peso seco (g)		
		C.M.	Fcal	p-valor	C.M.	F cal	p-valor
Tratamiento	6	20.32	3.28	0.0314	2.84	19.83	<0.0001
Error experimental	14	6.20			0.14		
Total	20						
C.V.		18.09			13.20		
R²		0.58			0.89		

Cuadro 18. Peso fresco y seco de raíz de plantones de cacao en diferentes tratamientos en estudio (media \pm error estándar).

Trat.	Pesos frescos (g)			Trat.	Peso seco (g)		
T3	16.76	\pm 1.44	a	T6	4.16	\pm 0.22	a
T6	16.26	\pm 1.44	a	T5	3.79	\pm 0.22	a
T5	15.93	\pm 1.44	a	T3	3.46	\pm 0.22	a
T4	12.99	\pm 1.44	b	T2	2.67	\pm 0.22	b
T2	12.92	\pm 1.44	b	T4	2.57	\pm 0.22	b
T1	11.50	\pm 1.44	b	T1	1.86	\pm 0.22	c
T7	9.98	\pm 1.44	b	T7	1.58	\pm 0.22	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Leyenda:

T1 = Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O
 T3 = Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O
 T5 = Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O
 T7 = Testigo

T2 = Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O
 T4 = Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O
 T6 = Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O

Al existe diferencias estadísticas en el análisis de varianza, (Cuadro 18), en cuanto a peso fresco de raíces, se observa a los tratamientos T3 (Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O), T6 (Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O) y T5 (Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O) estadísticamente iguales, pero diferentes a los tratamientos T4, T2, T1 y T7 que además son estadísticamente iguales y presentan menor peso fresco de raíz. Respecto al peso seco de raíz, se observa con mayores peso a los tratamientos T6 (Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O), T5

(Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O) y T3 (Biofer Húmic[®] 150 ml/10L H₂O) que además son estadísticamente iguales, pero diferentes a los tratamientos T2, T4, T1 y T7, en según lugar se define a los tratamientos T2 (Biofer Húmic[®] 100 ml/10L H₂O) y T4 (Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O) iguales estadísticamente y diferentes a los tratamientos T1 y T7 que además, muestran menor peso seco de raíz. El peso fresco y seco de raíces guardan relación entre sí es decir que a mayor peso fresco mayor peso seco.

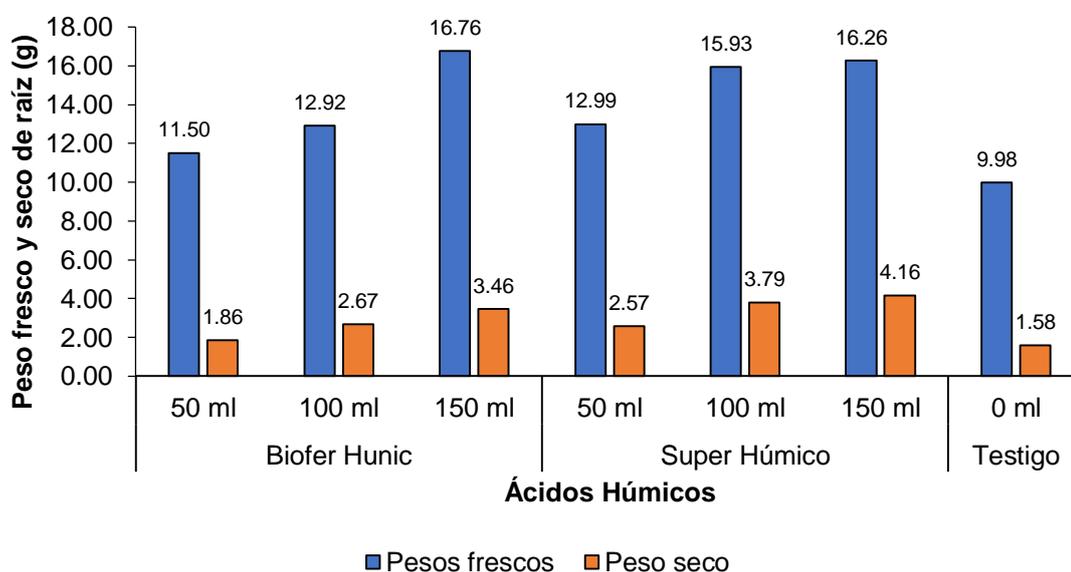


Figura 9. Peso fresco y seco de raíz de plántulas de cacao por efecto de bioles.

En la Figura 9, se muestra mayor peso fresco y seco de raíz al aplicar dosis de 150 ml/L de bioles con valores promedios de 16.76 y 3.46 g corresponde a Biofer Húmic y los valores de 16.26 y 4.16 g corresponde a Super Húmico, mayor peso de raíces se determinó con la aplicación de Biofer Húmic. Los bioles presentan un efecto positivo en el crecimiento de las raíces, así refiere

OLIVER (s/a), por su parte CANELLAS y OLIVARES (2014) manifiestan que la bioactividad de la materia orgánica húmica comprende una serie de efectos que conducen a respuestas en la arquitectura de la raíz, el metabolismo primario y secundario, y la geometría de las raíces en plantas tratadas con diferentes fracciones Húmicas. Además, NARDI *et al.* (2009) y CANELLAS *et al.* (2015), indican que la actividad en la fracción de bioles genera respuestas semejantes a los efectos hormonales de las auxinas, a través de un incremento en la actividad ATPasa H⁺ de la membrana plasmática, induciendo el alargamiento y proliferación celular. También GUTIÉRREZ (2015) refiere que las sustancias Húmicas en el suelo favorece la retención de humedad y aireación, lo que contribuye a un mejor desarrollo de las raíces de las plantas. GARCIA (2008) manifiesta que “las sustancias Húmicas ejercen una serie de efectos positivos sobre la germinación de las semillas, así como sobre el sistema radicular”. A mayor tamaño y volumen de raíz estas transportan más nutrientes a los plantones y por ende el efecto de los bioles muestra mayor efecto en altura diámetro, número y área foliar.

4.2. Análisis físico químico

4.2.1. Análisis de sustratos

Al finalizar el experimento, 120 días después de la instalación de platones de cacao, se realizó un análisis físico-químico del sustrato de cada tratamiento, con la finalidad de determinar su composición e influencia en el desarrollo de los plantones de cacao (Cuadro 19).

Cuadro 19. Análisis físico-químico del sustrato en los diferentes tratamientos en estudio (Lab. - LASA)

Trat.	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O	N	P	K ₂ O	CIC	cationes cambiabiles					
	Arena	Arcilla	Limo	Clase							Ca	Mg	K	Na	Al	H
	%	%	%	textural							meq/100g					
T7	14.00	21.00	65.00	Franco arenoso	7.36	2.46	0.12	11.56	128.00	14.07	12.84	1.10	0.13	0.00	0.00	0.00
T1	14.00	19.00	67.00	Franco arenoso	7.45	2.92	0.15	9.91	135.00	15.80	14.04	1.60	0.16	0.00	0.00	0.00
T2	12.00	19.00	69.00	Franco arenoso	7.40	2.23	0.11	11.89	133.00	15.58	13.90	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00
T3	12.00	21.00	67.00	Franco arenoso	7.40	3.15	0.16	9.58	130.00	15.52	13.96	1.40	1.40	0.00	0.00	0.00
T4	12.00	19.00	69.00	Franco arenoso	7.46	2.46	0.12	11.73	136.00	15.88	14.00	1.70	1.70	0.00	0.00	0.00
T5	12.00	19.00	69.00	Franco arenoso	7.40	2.92	0.15	11.89	131.00	16.55	14.97	1.40	1.40	0.00	0.00	0.00
T6	12.00	21.00	67.00	Franco arenoso	7.45	2.92	0.15	10.74	134.00	15.81	14.05	1.60	1.60	0.00	0.00	0.00

Leyenda:

- T1 = Biofer Humic® 50 ml/10L H₂O
- T2 = Biofer Humic® 100 ml/10L H₂O
- T3 = Biofer Humic® 150 ml/10L H₂O
- T4 = Super Húmico® 50 ml/10L H₂O
- T5 = Super Húmico® 100 ml/10L H₂O
- T6 = Super Húmico® 150 ml/10L H₂O
- T7 = Testigo

En las cuales se observa contenidos muy variables, sin embargo hay una mejora en el contenido de materia orgánica y mineras por efecto de la aplicación de los bioles. Según PARRA (2016) concluye que el uso de una enmienda a base de ácido húmico trajo beneficios directos a las propiedades físicas del suelo, con disminución de la densidad aparente e incrementos tanto de la porosidad gruesa como de la retención de agua aprovechable por el cultivo. favoreció el llenado de granos por espiga de soya. En general el contenido de nutrientes en los bioles es bajo, sin embargo debido a altas dosis éstos pasan a constituirse en un importante recurso de nutrientes al suelo y mayor desarrollo de plantas manifiestan HIRZEL y SALAZAR (2011), además indican que las enmiendas no son balanceadas de acuerdo a los requerimientos de cultivos, por lo tanto el criterio que normalmente se usa para definir la dosis es considerar el aporte de un nutriente. Sin embargo el efecto residual de bioles orgánicas se mide por el efecto que esto presenta en las características físicas del suelo y por ende en los cultivos. El aporte de bioles orgánicas al suelo incrementa la porosidad infiltración mejora la actividad microbiana entre otros indican CIVEIRA y LAVADO (2006) por tanto las enmiendas orgánicas se convierten en una tecnología sostenible que puede ayudar a rentabilizar incorporando a los suelos la abundante producción de residuos de cosechas y permitir mejorar la fertilidad, minimizando la degradación de los suelos (DAMIAN *et al* 2018). Al mejorar las propiedades del suelo, mejora el rendimiento de los cultivos indican CALANDRELLI y FALCÓN (2018), tomando en cuenta las referencias para comparar con nuestros resultados, podemos manifestar que ciertamente la incorporación de los bioles mejora algunos minerales del suelo, por efecto de su

composición, sin embargo al ser un biol las plantas absorben de forma más rápido los minerales y de forma directa en las cuales se muestra un mejor desarrollo de plántones de cacao. Según MAMILOVICH (2018) determinó que el biol no cambia la textura del suelo, sin embargo, mejora las propiedades químicas como M.O, N, P, K y CIC, siendo el mejor resultado para la propagación de plántones de cacao 1.5 L de biol.

4.2.2. Análisis químico de plántones de cacao

Después de 120 días se realizó el análisis químico a la parte aérea de los plántones de cacao, con la finalidad de evaluar el efecto en el desarrollo de plántones, los resultados de muestran en el Cuadro 20

Cuadro 20. Análisis químico foliar de plántones de cacao (Lab. - LASA)

Trat.	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
T7	2.08	0.12	0.87	1.84	0.58	0.01	127.00	6.20	64.60	58.00
T1	2.41	0.14	1.12	1.98	0.96	0.01	158.90	10.63	81.73	97.43
T2	2.54	0.18	1.41	2.14	1.04	0.02	183.80	23.76	116.57	149.17
T3	2.82	0.22	1.78	2.52	1.16	0.02	224.20	35.11	158.29	256.98
T4	2.40	0.13	1.15	2.01	0.94	0.02	143.70	11.42	90.96	91.95
T5	2.50	0.19	1.89	2.20	1.02	0.03	197.09	23.70	120.16	158.29
T6	2.84	0.24	1.80	2.56	1.13	0.03	217.09	41.90	147.13	224.65

Leyenda:

T1 = Biofer Humic® 50 ml/10L H₂O

T3 = Biofer Humic® 150 ml/10L H₂O

T5 = Super Húmico® 100 ml/10L H₂O

T7 = Testigo

T2 = Biofer Humic® 100 ml/10L H₂O

T4 = Super Húmico® 50 ml/10L H₂O

T6 = Super Húmico® 150 ml/10L H₂O

se observa mayor contenido de nitrógeno en los tratamientos donde se aplicó los bioles en comparación con el tratamiento T7 (Testigo),

asimismo para los demás minerales como P, K Ca, Mg y Na se observa mayor contenido con aplicación de los bioles y a mayor dosis, las cuales se justifica el mayor desarrollo de los plantones, ya que, el desarrollo de plantas está relacionado al contenido de nutrientes. Según VÁZQUEZ *et al.* (2020), manifiesta que la aplicación de enmiendas Húmicas sólidas, mejoran las propiedades del suelo, además, demora la mineralización, sin embargo cuando se adiciona bioles, las propiedades del suelo en mejorar son menor, pero la absorción de nutrientes es más rápida, mostrando un efecto en desarrollo de las plantas, por su parte HIRZEL y SALAZAR (2011), refieren que las enmiendas orgánicas líquidas presentan microelementos en su composición, y estos son absorbidos por las plantas, en las cuales favorece el desarrollo de las plantas, además, estos microelementos son absorbidos de forma más rápida. Por lo tanto, los microelementos como N, P, K, Ca, Mg y Na son esenciales en el desarrollo de plantones, ya que se determinó mayor desarrollo de plantones en comparación con el tratamiento testigo, así manifiesta GUERRERO (2012), también indica por ejemplo, el fósforo cumple funciones importantes en número volumen y longitud de raíces, en cuanto al potasio cumple una función metabólica y calcio y magnesio en multiplicación y elongación de células (TETRA – Technologies, 2004). En cuanto al contenido de Fe, Cu, Zn y Mn, también se muestra un incremento según las dosis, estos elementos también son esenciales para el desarrollo de los plantones, ya que en el caso de Zn incrementa el desarrollo de plantas y Fe, Cu y Mn cumple la función de clorosis (LUDEÑA, 2013). También CONDORI *et al.* (2017) concluyeron que la aplicación del biol con 25% mejora el rendimiento del cultivo de papa.

4.3. Análisis de rentabilidad (C/B)

Consiste en determinar los costos incurridos en la producción de plántones de cacao; para los cálculos de beneficios se consideró un precio de venta de 1.00, 1.20, 1.50 y 1.80 soles por planta, el precio está en función del tamaño Cuadro 21, Se muestra el análisis de costo beneficio (C/B) de los tratamientos en estudio en la producción de 504 plántones de cacao. De acuerdo a las evaluaciones realizadas, los tratamientos en estudio de mayor desarrollo de plántones fue T2 y T3 (100 y 150 ml/L de Biofer Humic) y T5 y T6 (100 y 150 ml/L de Super Húmico), en comparación a los demás tratamientos en estudio. Por lo tanto, es importante resaltar la relación de beneficio y costo de los tratamientos T2, T3, T5 y T6, ya que se obtiene mejor índice de rentabilidad, con un índice de relación de costo beneficio (C/B) de 1.49 respectivamente, siendo un valor mayor a 1; por lo tanto, el valor de los beneficios es mayor a los costos del proyecto, es decir que los ingresos son mayores a los egresos.

Se puede afirmar que por cada sol invertido, se obtendrá un retorno del capital invertido y una ganancia de 0.49 soles y cuando se aplica dosis de 50 ml/L, no se tiene rentabilidad. A diferencia del tratamiento testigo, donde no se aplicó bioles, se observa un índice de relación C/B de 0.83 con una pérdida de 0.17 soles. Esta gran diferencia entre los tratamientos con dosis de 100 y 150 ml/L y T7 (testigo) se debe al desarrollo de plántones de cacao por efecto de la aplicación de los bioles, mostrando mayor efecto de bioles donde juega un papel importante las dosificaciones, ya que a mayor dosificación mayor desarrollo de plántones de cacao.

Cuadro 21. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Trat.	S./ Costo de producción de plántones de cacao.										
	A					B	C	D	E	F	G
	S.A	S.I	Ev.	A.H	C.F	C. Total (^{\$/} .)	Rendimiento	I. B.	U. (^{\$/} .)	I. R.	C/B
T ₁	60	315	120	72	40	607	504.00	604.80	-2.20	0.00	1.00
T ₂	60	315	120	72	40	607	504.00	907.20	300.20	0.49	1.49
T ₃	60	315	120	72	40	607	504.00	907.20	300.20	0.49	1.49
T ₄	60	315	120	72	40	607	504.00	604.80	-2.20	0.00	1.00
T ₅	60	315	120	72	40	607	504.00	907.20	300.20	0.49	1.49
T ₆	60	315	120	72	40	607	504.00	907.20	300.20	0.49	1.49
T ₇	60	315	120	72	40	607	504.00	504.00	-103.00	-0.17	0.83

Leyenda:

T₁ = Biofer Humic[®] 50 ml/L
T₄ = Super Húmico[®] 50 ml/L
T₇ = Testigo

T₂ = Biofer Humic[®] 100 ml/L
T₅ = Super Húmico[®] 100 ml/L

T₃ = Biofer Humic[®] 150 ml/L
T₆ = Super Húmico[®] 150 ml/L

S.A : Semilla y almacigo.
L.A : Sustrato e instalación.
Ev. : Evaluaciones.
A.H : Bioles.
C.F : control de enfermedades
AS : Análisis de suelo.

C. Total: Costo total.
I.B : Ingreso bruto.
U : Utilidad.
I.R : Índice de rentabilidad.
B/C : Beneficio/Costo

Venta : ^{\$/}1, 1.20 y 1.80?
B : Suma de A.
D : C x venta
E : D – B.
F : E/B.
G : D/B

V. CONCLUSIONES

- 1.** Los bioles líquidos, mostraron un efecto positivo en el crecimiento de plántones de cacao, siendo el Super Húmico que se determinó mayor altura, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar, tamaño de raíces, volumen de raíces y peso de raíces.
- 2.** Se determinó que la dosis de 150 ml/L mostró mejores resultados en el crecimiento de plántones de cacao.
- 3.** Los tratamientos T2, T3, T5 y T6 obtuvieron mejor rentabilidad al realizar el análisis costo beneficio (C/B) para la producción de plántones de cacao 1.49; es decir, por cada sol invertido, se obtendrá un reintegro del capital invertido, así como 0.49 soles de ganancia.

VI. RECOMENDACIONES

Según los resultados del estudio se recomienda:

1. Aplicación de bioles, de manera foliar y suelo cada quince días.
2. Hacer una comparación de bioles líquidos con bioles sólidos, con la finalidad de evaluar plantones de cacao.
3. Evaluar mayores dosis de bioles y su rentabilidad.
4. Realizar trabajos de investigación en dosis de enmiendas orgánicas líquidas dado que la dosificación en producto en polvo.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de tesis se realizó en el vivero “El Agrónomo” de la Facultad de Agronomía UNAS Tingo María, distrito de Rupa Rupa provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Tuvo como finalidad determinar el efecto de aplicación de bioles líquidos en el crecimiento de plántones de cacao. Para ello se planteó los siguientes objetivos 1). Evaluar el efecto de la aplicación de bioles líquidos en el crecimiento de plántones del cultivo de cacao a través de variables biométricas. 2) Realizar el análisis económico de los tratamientos. Los tratamientos en estudio son: T1 = Biofer Humic[®] 50 ml/10L H₂O, T2 = Biofer Humic[®] 100 ml/10L H₂O, T3 = Biofer Humic[®] 150 ml/10L H₂O, T4 = Super Húmico[®] 50 ml/10L H₂O, T5 = Super Húmico[®] 100 ml/10L H₂O, T6 = Super Húmico[®] 150 ml/10L H₂O y T7 = Testigo. Con Diseño Completamente al Azar. Se obtuvo los siguientes resultados. La mayor altura y diámetro de tallo de plántones de cacao fue 27.15 cm y 6.64 mm, con la aplicación de Super Húmico en dosis de 100 ml (T5); en las hojas el mayor número fue 11.33 con la aplicación de Super Húmico en dosis de 100 y 150 ml y área foliar fue de 5.66 dm² con la aplicación de Biofer Humic en dosis de 150 ml, el peso fresco y seco de la parte aérea fue de 10.48 y 3.36 g con aplicación de Super Húmico, la mayor longitud y volumen de raíz fue 32.11 cm y 22.78 cm³ con Super Húmico en dosis de 150 ml y el peso fresco y seco fue 16.76 g con Biofer Humic y 4.16 g con Biofer Humic en dosis de 150 ml. Los tratamientos T2, T3, T5 y T6 obtuvo mejor rentabilidad al realizar el análisis de beneficio y costo (B/C) para la producción de plántones de cacao 1.49; es decir, por cada sol invertido, se obtendrá un reintegro del capital invertido, así como 0.49 soles de ganancia.

ABSTRACT

The present thesis work was carried out in the "El Agrónomo" nursery of the UNAS Tingo María Faculty of Agronomy, Rupa Rupa district, Leoncio Prado province, Huánuco region. Its purpose was to determine the effect of applying liquid bioles on the growth of cocoa seedlings. For this, the following objectives were proposed 1). To evaluate the effect of the application of liquid bioles on the growth of cocoa seedlings through biometric variables. 2) Carry out the economic analysis of the treatments. The treatments under study are: T1 = Biofer Humic® 50 ml / 10L H₂O, T2 = Biofer Humic® 100 ml / 10L H₂O, T3 = Biofer Humic® 150 ml / 10L H₂O, T4 = Super Humic® 50 ml / 10L H₂O, T5 = Super Humic® 100 ml / 10L H₂O, T6 = Super Humic® 150 ml / 10L H₂O and T7 = Control. With Completely Random Design. The following results were obtained. The highest height and stem diameter of cocoa seedlings was 27.15 cm and 6.64 mm, with the application of Super Humic in doses of 100 ml (T5); In the leaves, the highest number was 11.33 with the application of Super Humic in doses of 100 and 150 ml and leaf area was 5.66 dm² with the application of Biofer Humic in doses of 150 ml, the fresh and dry weight of the aerial part was of 10.48 and 3.36 g with application of Super Humic, the greatest length and root volume were 32.11 cm and 22.78 cm³ with Super Humic in doses of 150 ml and the fresh and dry weight was 16.76 g with Biofer Humic and 4.16 g with Biofer Humic in doses of 150 ml. Treatments T2, T3, T5 and T6 obtained better profitability when performing the benefit and cost analysis (B / C) for the production of cocoa seedlings 1.49; that is, for each sol invested, a refund of the invested capital will be obtained, as well as 0.49 soles of profit.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ANDRADE, M., MARTÍNEZ, L. 2014. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3ª edición. 29 p.
2. ANGULO, R. 2009. Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar a nivel nacional. Ecuador. 99 p.
3. APPCACAO (Asociación Peruana de Productores de Cacao). 2018. El 93% de la producción peruana de cacao se concentra en 7 regiones. Disponible en: <https://agraria.pe/noticias/>. (Revisado el 09 de noviembre del 2019).
4. APPCACAO (Asociación Peruana de Productores de Cacao). 2019. Cacao peruano: crecimiento de exportaciones caería de 18% a 6% por restricciones de UE. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/>. (Revisado el 08 de noviembre del 2019).
5. ARVELO, M., GONZALES, D., MAROTO, S., DELGADO, T., MONTOYA, P. 2017. Manual técnico del cultivo de cacao prácticas latinoamericanas. San José. Costa Rica. IICA. ISBN: 978-92-9248-732-4. 143 p. (Revisado el 22 de junio del 2020)
6. BATISTA, L. 2009. Guía técnica del cultivo de cacao en la República Dominicana. CEDAF. 250 p.
7. BIOFER, s/a. Biofer Humic. Tecnología en nutrición vegetal. Disponible en: <http://biofer.com.pe/>. (Revisado el 08 de noviembre del 2019).
8. CALANDRELLI, L., FALCÓN, L. 2018. efecto de enmiendas orgánicas sobre el suelo y cultivo de lechuga protegido. La Plata Argentina.

Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/>. (Revisado el 22 de agosto del 2020).

9. CANELLAS, L., OLIVARES, F. 2014. , Physiological responses to humic substances as plant growth promoter, Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 1(1), 3. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/>. (Revisado el 12 de agosto del 2020).
10. CAMARGO, M., CRUZ, L. 1999. Sustancias Húmicas en aguas para abastecimiento. Revista Ingeniería e investigación N° 44. 63 – 42 p. (Revisado el 25 de junio del 2020).
11. CAMACHO, M., CABALCETA. G., MOLINA, E. 2015. Efecto de las enmiendas líquidas en un utisol cultivado en sogo. Costa Rica. Agronomía Mesoamericana. Vol. 26. N° 2. ISSN 2215. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/scielo>. (Revisado el 24 de agosto del 2020).
12. CARDEÑA, N. 2012. Efecto de tres tipos de biol y dos densidades de siembra en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Great Lakes) en condiciones del centro Agronómico K'ayra. Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. UNSAAC. Cusco Perú. 186 p.
13. CEDEÑO, S. 2011. La revolución del cacao CCN-51 en el Ecuador. CMAA Internacional Cocoa Conference. 71 p. Disponible en: <http://apccacao.org/descargas/>. (Revisado el 5 de setiembre del 2020).
14. CERISOLA, C. 2015. La materia orgánica edáfica. Su influencia sobre la productividad y funcionalidad de los suelos agroforestales. 19 p. Disponible en: <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/>. (Revisado el 10 de noviembre del 2019).

15. CIVEIRA, G., LAVADO, S. 2006. Efecto del aporte de enmiendas orgánicas sobre propiedades físicas e hidrológicas de un suelo urbano degradado. *CI. Suelo (Argentina)* 24 (2) 123-130. Disponible en: http://suelos.org.ar/publicaciones/vol_24n2/24-2_civeira_123-130.pdf. (Revisado el 22 de agosto del 2020).
16. CONDORI, P., LOZA, M. G., SAINZ, H. N., GUZMÁN, J., MAMANI, F., MARZA, F., GUTIÉRREZ, E. 2017. Evaluación del efecto del biol sobre catorce accesiones de papa nativa (*Solanum ssp.*) en la estación experimental Kallutaca. *J Selva Andina Biosph.* 5(1):15-28. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v5n1/v5n1_a03.pdf. (Revisado el 26 de enero del 2021).
17. DAMIAN, J., GONZÁLES, F., QUIÑONES, P., TERÁN, R. 2018. Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo. *Arnaldoa* 25 (1): 141 – 158. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/>. (Revisado el 27 de agosto del 2020).
18. DOBBSS, B., MEDICI, O., PERES, E., PINO-NUNES, E., RUMJANEK, M., FAÇANHA, R., CANELLAS, P. 2007. Changes in root development of *Arabidopsis* promoted by organic matter from oxisols. *Annals Applied Biology* 151: 199-211. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley>. (Revisado el 21 de agosto del 2020).
19. DORIA, J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, vol. 31, N° 1, p. 74-85. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf>.

(Revisado el 22 de agosto del 2020).

20. ENCINA, M. 2017. Escoria básica y carbonato de calcio en la recuperación de un suelo ácido de tingo maría, en maíz (*Zea mays*) PM 213 en invernadero. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. UNALM, Perú. 65 p. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/>. (Revisado el 20 de agosto del 2020).
21. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). s, f. Cacao: operaciones poscosecha. Compendio de Poscosecha. 77 p. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf> (Revisado el 5 de setiembre del 2020).
22. FERTILAB. 2018. Funciones de las Sustancias Húmicas ácidos fúlvicos extraídos. Disponible en: <https://www.fertilab.com.mx/blog/247-funciones-de-las-sustancias-húmicas-ácidos-fulvicos/>. (Revisado el 09 de noviembre del 2019).
23. GARCÍA, C. 2008. Enmiendas orgánicas para suelos basadas en residuos orgánicos. Academia de Ciencias. Muria. 93 p. Disponible en: <https://www.um.es/acc/wp-content/>. (Revisado el 12 julio del 2020).
24. GARBANZO, G., MOLINA, E., CABALCETA, G. 2016. Efecto de la aplicación de enmiendas líquidas en el suelo y en el crecimiento de maíz bajo condiciones de invernadero. Revista Agronomía costarricense. ISSN:0377-9424. 33 – 53 p. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/> (Revisado el 23 de junio del 2020).
25. GRUPO ANDINO. 2019. SUPER HÚMICO® – Enmienda Húmica líquida. Disponible en: http://www.grupoandina.com.pe/media/uploads/hoja_

seguridad/. (revisado el 10 de noviembre del 2019).

26. GUTIÉRREZ, M., GÓMEZ, R., RODRÍGUEZ, F. 2011. Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. Bucaramanga Colombia. Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. 12(1), 33-42.
27. GUTIÉRREZ, L., GONZÁLEZ, G., SEGURA, M. A., SÁNCHEZ, I., OROZCO, J. A., FORTIS, M. 2015. Efecto de bioles de Leonardita en la estabilidad de agregados del suelo y raíces de melón en condiciones de invernadero. YTON ISSN 0031 9457 84: 298-305. Disponible en: <http://www.revistaphyton.fund-romulora.org.ar/> (Revisado el 12 de agosto del 2020).
28. HIDALGO, K. E. S. 2015. Desarrollo técnico de un hidrolizado líquido de gallinaza como fertilizante foliar. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. 71 p. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1417/t007344.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (Revisado el 29 de enero del 2021)
29. HIRZEL, J., SALAZAR, F. 2011. Uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilización en cultivos. Curso de acreditación para operadores SIRSD: Técnicas de conservación de suelos, agua y vegetación en territorios degradados. 30 p. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/> (Revisado el 30 de agosto del 2020).
30. INATEC (INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO). 2016. Manual del protagonista viveros y semilleros. Perú. 84 p. Disponible en: <https://www.jica.go.jp/project/>. (Revisado el 23 de junio del 2020).

31. INIA (Instituto nacional de investigación agrícolas). 2013. Selección de semilla y establecimiento de vivero para cacao. Incluye prácticas de manejo orgánico y tradicional. Venezuela. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/>. (Revisado el 25 de junio del 2020).
32. INIA (Instituto nacional de investigación agrícolas). 2008. Producción y uso del biol. Serie N° 2: Tecnologías apropiadas para la conservación *in situ* de los cultivos nativos. Primera edición. 12 p. Disponible en: http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/115/1/Uso_Biol_Lima_2008.pdf. (Revisado el 29 de enero del 2021).
33. INTAGRI, S. C. 2015. Sustancias Húmicas: origen, caracterización y uso en la agricultura. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/>. (Revisado el 22 de junio del 2020).
34. LOPEZ, R., GONZALES, G., VASQUEZ, R., OLIVARES, E., VIDALES, J., CARRANZA, R., ORTEGA, M. 2014. Metodología para obtener bioles y fúlvicos y su caracterización mediante espectrofotometría infrarroja. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. N° 6. 1397 – 1407 p. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/>. (Revisado el 25 de junio del 2020).
35. MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador). 2012. Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao. Resolución Técnica N° 183. Inocuidad de los alimentos. 66 p. Disponible en: <http://web.agrocalidad.gob.ec/>. (Revisado el 25 de junio del 2020).

36. MAMILOVICH, L. H. 2018. Efecto del biol y estiércol de ovino en las propiedades del suelo y crecimiento del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el vivero forestal de la Facultad de R.N.R. UNAS. Tesis para optar el título de: Ingeniero en Conservación de Suelos y Agua. UNAS. Tingo Mario – Perú. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/>. (Revisado el 26 de enero del 2021).
37. MANOLO, A. A. 2014. Evaluación de tres bioles en el cultivo de melón tipo cantaloupe, en estanzuela, Zacapa. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/>. (Revisado el 10 de noviembre del 2019).
38. MURILLO, G. s/a. Los bioles y ácidos fúlvicos. Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. Disponible en: <https://www.acidosHúmicos.com/>. (Revisado el 09 de noviembre del 2019).
39. NARDI, S., CARLETTI, P., PIZZEGHELLO, D., MUSCOLO, A. 2009. Biological activities of humic substances. Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems, 2 (Part 1), John Wiley & Sons Inc online, 309-335. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/>. (Revisado el 27 de agosto del 2020).
40. NOBOA, F. 2019. Efecto de la aplicación de tres productos a base de bioles y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Valencia. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. 2 p. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/>. (Revisado el 20 de agosto del 2020).

41. OCHOA, J. H., LICONA, G. J. 2017. Efecto del uso de bioles, fúlvicos y su interacción con fertilizante nitrogenado en el crecimiento de plantones de café (*Coffea arábica* L.) en vivero. Honduras. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/>. (Revisado el 10 de noviembre del 2019).
42. OLIVER, M. s/a. Efecto fisiológico de las sustancias Húmicas sobre los mecanismos de toma de hierro en plantones de tomate. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. 285 p. disponible en: <https://rua.ua.es/dspace/>. (Revisado el 27 de agosto del 2020).
43. PARRA, C. I. 2016. efecto de la aplicación de ácido Húmico sobre las propiedades físicas de un suelo cultivado con trigo en la región de la Araucanía. Santiago, Chile. 28 p. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/>. (Revisado el 30 de agosto del 2020).
44. PAREDES, M. 2003. Manual de cultivo del cacao. 100 p. Disponible en: <http://agroaldia.minagri.gob.pe/>. (Revisado el 23 de junio del 2020).
45. PELLEGRINI, A. E. 2017. Fósforo en el suelo. Disponible en: <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/>. (Revisado el 18 de junio del 2020).
46. POTESTA, J. S. 2018. efecto del abono orgánico líquido bajo la técnica drench en las propiedades del suelo y la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico en el centro poblado alto Palcazú. Tesis para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención Conservación de Suelos y Agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. 86 p.
47. POTSCHKA, J., ACOSTA, G., 2012. Energía limpia y fertilizante. INTA.

Producir XXI, Bs. As., 20(244):26-32. Disponible en:
<http://www.produccion-animal.com.ar/Biodigestores/12-energia.pdf>.

(Revisado el 29 de enero del 2021).

48. PROYECTO SIERRA y SELVA ALTA. 2016. San Martín cacao para el mundo. Caja de herramientas para el manejo del cultivo de cacao. 93 p. Disponible en: <http://www.sierrayselvaalta.gob.pe/>. (Revisado el 23 de junio del 2020).
49. RAMOS, R. 2000. Aplicación de sustancias Húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino. Tesis para optar título de doctor. Universidad de Alicante. España. 350 p. Disponible en: <http://www.cervantesvirtual.com/>. (Revisado el 25 de junio del 2020).
50. RENGIFO, E. 2014. Efecto de cinco (5) dosis de abono orgánico foliar (biol), sobre las características agronómicas del pasto brachiaria (*Brachiaria brizantha*) cv. Marandu. en el fundo de Zungarococha. UNAP. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Iquitos-Perú. 66 p. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/>. (Revisado el 20 de enero del 2021).
51. REYES, J. 2015. Manual diseño y organización de viveros. República Dominicana. 44 p. Disponible en: <http://www.competitividad.org.do/>. (Revisado el 23 de junio del 2020).
52. RÍOS, M. P. 2015. Evaluación de tres dosis de bioles y fúlvicos con macro y micro elementos, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Variedad grand rapids waldeman"s strain, bajo condiciones agroecológicas en

la provincia de Ica. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Tarapoto, Perú. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/>. (Revisado el 10 de enero del 2019)

53. SANCHEZ, V., ZAMBRANO, J., IGLESIAS, C. 2019. La cadena de valor del cacao en América Latina y El Caribe. 104 p. Disponible en: https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_base.pdf (Revisado el 5 de setiembre del 2020).
54. SCHNITZER, M. 2000. Life time perspective on the chemistry of soil organic matter. Sparks, D. L. (Ed.). *Advances in Agronomy*, Academic Press. 98:3-58.
55. SOLANO, M. 2013. Evaluación de dosis y fuentes de enmiendas en la fertilidad del suelo y el crecimiento de plantas de banano *in vitro* en condiciones de vivero. Tesis como requisito para optar el grado de licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitorecnia. Costa Rica 73 p. disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/>. (Revisado el 27 de agosto del 2020).
56. TEJADA, J. 2013. Uso de enmiendas Orgánicas. Tecnología, Nutrición y Compromiso con el Agro. 39 p. Disponible en: http://expocafeperu.com.pe/archivos2013/conferencias/05_PRESENTACION%20CPISAC%20JOSE%20ANTONIO%20TEJADA.pdf. (Revisado el 10 de enero del 2021).
57. TOLEDO, M. 2016. Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos. Honduras. IICA. 152 p. Disponible en: <http://repositorio.iica.int/>. (Revisado el 19 de enero del 2021).

58. VÁSQUEZ, H y MARAVI, C. 2017. Efecto de fertilización orgánica (biol y compost) en el establecimiento de morera (*Morus alba* L.). Revista RICBA 1(1): 33-39.
59. VENEROS. R., CHAMAN. M., ARAUJO. E., RAMIREZ. F. 2014. Efecto de los bioles y fúlvicos en el crecimiento de *Passiflora ligularis* cultivada en condiciones de invernadero. Perú. Rebiol. Vol. 34. N° 1.
60. VICENTE, J., ASCENCIO, J., UGARTE, J., YZAQUIRRE, L. 2014. Efecto del Humusbol (Humato doble de potasio y fósforo) en el crecimiento del maíz en fase vegetativa. Venezuela. Bioagro. Vo. 26 N° 3. 143-152 p. ISSN 1316-3361. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/>. (Revisado el 20 de agosto del 2020).

IX. ANEXO

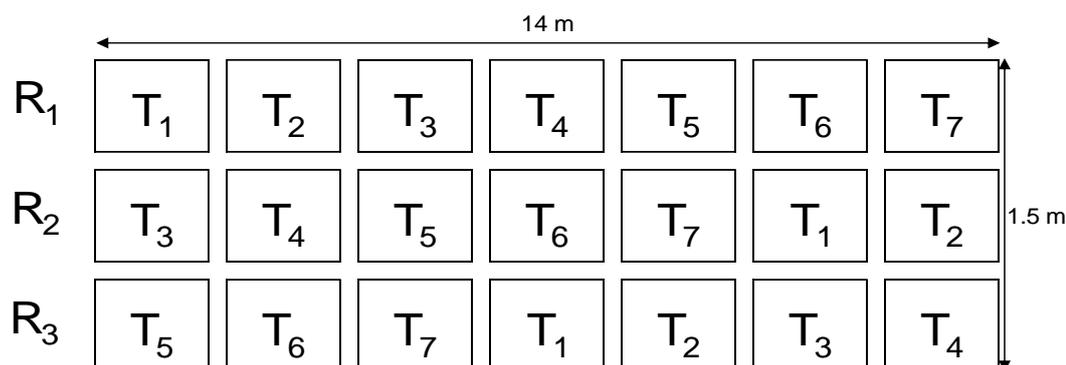


Figura 10. Croquis del experimento.

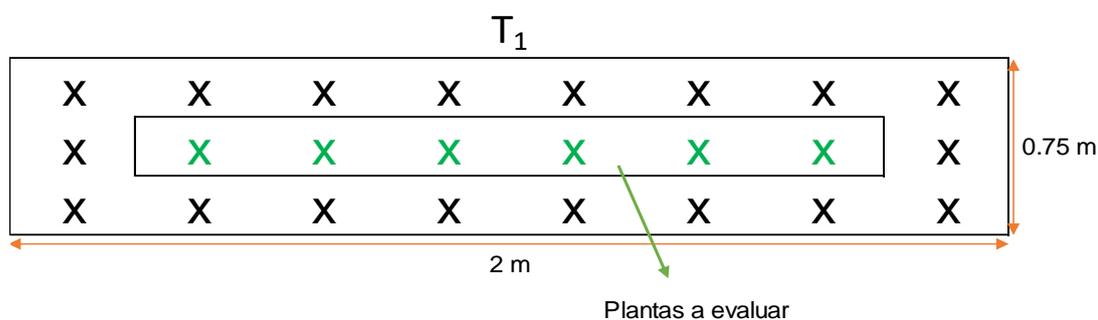


Figura 11. Plantas evaluadas por tratamiento.

Cuadro 22. Evaluaciones de altura de plantas.

Tratamientos	Repeticiones	30 días	60 días	90 días	120 días
T1	R1	18.50	21.00	21.50	23.00
T2	R1	19.40	22.00	22.30	23.00
T3	R1	18.85	21.50	22.55	25.90
T4	R1	20.75	23.00	24.55	25.00
T5	R1	18.00	24.00	24.35	27.35
T6	R1	20.30	25.00	25.75	27.02
T7	R1	19.25	20.90	21.00	21.20
T1	R2	19.15	21.25	22.25	23.00
T2	R2	20.50	22.50	23.00	25.00
T3	R2	19.95	23.25	24.85	25.68
T4	R2	19.75	23.00	25.20	26.05
T5	R2	20.15	24.00	24.70	27.10
T6	R2	21.00	25.50	25.75	27.10
T7	R2	19.65	20.30	20.50	21.00
T1	R3	16.90	23.00	23.50	24.00
T2	R3	20.10	22.50	23.60	25.00
T3	R3	18.75	22.00	23.75	26.00
T4	R3	21.10	24.00	24.40	26.15
T5	R3	19.25	24.00	25.00	27.00
T6	R3	20.00	25.00	25.95	26.95
T7	R3	19.85	20.00	20.00	20.10

Cuadro 23. Evaluaciones de diámetro de plantas.

Tratamientos	Repeticiones	30 días	60 días	90 días	120 días
T1	R1	3.94	4.90	5.00	5.28
T2	R1	3.63	4.77	5.10	5.50
T3	R1	3.85	4.74	4.74	5.90
T4	R1	4.07	5.23	5.31	6.27
T5	R1	4.19	4.95	5.81	6.79
T6	R1	4.22	5.33	5.89	6.88
T7	R1	3.88	4.39	4.70	4.79
T1	R2	4.14	4.96	5.05	5.82
T2	R2	3.86	4.77	4.92	5.00
T3	R2	3.83	5.01	5.28	5.97
T4	R2	3.86	4.92	5.17	5.98
T5	R2	4.01	5.25	5.31	5.87
T6	R2	4.12	5.20	5.94	6.01
T7	R2	3.84	4.14	4.25	4.30
T1	R3	4.22	4.94	5.19	6.14
T2	R3	4.04	5.08	5.79	6.28
T3	R3	4.00	4.87	5.48	6.48
T4	R3	3.98	5.04	5.68	6.52
T5	R3	4.16	5.00	5.83	6.71
T6	R3	4.15	5.03	5.79	6.01
T7	R3	3.80	4.39	4.66	4.80

Cuadro 24. Evaluaciones de número de hojas.

Tratamientos	Bloques	30 días	60 días	90 días	120 días
T1	R1	4	7	7	7
T2	R1	5	8	9	9
T3	R1	4	8	10	10
T4	R1	4	8	10	10
T5	R1	5	8	8	12
T6	R1	5	8	8	12
T7	R1	4	6	6	6
T1	R2	5	7	9	9
T2	R2	4	8	8	8
T3	R2	5	7	10	10
T4	R2	5	8	10	11
T5	R2	5	8	8	11
T6	R2	5	8	8	11
T7	R2	5	6	6	6
T1	R3	4	8	8	8
T2	R3	5	7	8	8
T3	R3	4	6	7	10
T4	R3	5	8	8	10
T5	R3	4	7	9	11
T6	R3	5	7	9	11
T7	R3	5	6	6	6

Cuadro 25. Evaluaciones de área foliar, peso fresco y seco de la parte aérea.

Tratamientos	Repeticiones	Área foliar (dm ²)	peso fresco parte aérea	peso seco parte aérea
T1	R1	3.27	6.03	1.30
T2	R1	4.09	7.00	2.50
T3	R1	5.78	8.47	3.17
T4	R1	3.32	7.37	2.37
T5	R1	4.62	10.47	3.00
T6	R1	5.73	11.67	3.17
T7	R1	3.12	5.63	1.43
T1	R2	3.11	5.00	1.53
T2	R2	4.05	6.87	2.53
T3	R2	5.68	7.47	3.03
T4	R2	3.65	7.53	2.13
T5	R2	4.81	10.50	3.17
T6	R2	5.05	10.33	3.40
T7	R2	3.91	6.53	1.63
T1	R3	3.46	5.57	1.23
T2	R3	4.09	7.27	2.40
T3	R3	5.53	9.67	2.83
T4	R3	3.15	7.23	2.57
T5	R3	5.00	7.93	3.40
T6	R3	5.20	9.43	3.50
T7	R3	3.40	5.33	1.30

Cuadro 26. Evaluaciones de raíces.

Tratamientos	Repeticiones	Raíz Longitud	Raíz Volumen	Peso Fresco de raíz	Peso seco de raíz
T1	R1	17.17	11.67	11.90	2.07
T2	R1	13.50	16.67	17.77	2.37
T3	R1	26.00	23.33	15.80	3.40
T4	R1	23.00	15.00	13.17	2.70
T5	R1	34.47	20.00	14.23	3.23
T6	R1	34.00	23.33	15.63	4.20
T7	R1	17.00	6.67	10.47	1.60
T1	R2	13.83	8.33	10.43	1.90
T2	R2	13.00	15.00	9.43	2.23
T3	R2	28.67	16.67	15.90	3.30
T4	R2	30.00	16.67	13.00	2.27
T5	R2	22.33	15.00	12.50	4.33
T6	R2	31.33	21.67	16.23	3.80
T7	R2	16.00	6.33	9.33	1.70
T1	R3	14.67	5.00	12.17	1.60
T2	R3	17.33	15.00	11.57	3.40
T3	R3	31.33	16.67	18.57	3.67
T4	R3	17.67	11.67	12.80	2.73
T5	R3	23.67	21.67	21.07	3.80
T6	R3	31.00	23.33	16.90	4.47
T7	R3	13.67	8.67	10.13	1.43



Figura 12. Acondicionamiento de la cama de vivero.



Figura 13. Llenado de bolsas.



Figura 14. Traslado de bolsas a la cama de vivero.



Figura 15. Preparación de las semillas.



Figura 16. Siembra de semillas en las bolsas.



Figura 17. Desarrollo de plantones de cacao.



Figura 18. Ácido húmico.



Figura 19. Preparación y aplicación de bioles.



Figura 20. Visitas del presidente de tesis Dr. Zavala y miembro Ing. Garcea



Figura 21. Plantones de cacao comparados entre tratamientos



Figura 22. Sacrificio de plantones para evaluaciones finales.



Figura 23. Plantones de cacao después de 120 días.



Figura 24. Dibujo y evaluación de área foliar.



Figura 25. Evaluación de volumen de raíz.



Figura 26. Peso de muestras.



Figura 27. Secado de muestras.



LASA TINGO MARÍA

Laboratorio de análisis de Suelos y Agua

A.V. Asunción Saldaña L.t. 34 Telf. 999250084 – 988094215 Correo: Lasatingomaria@gmail.com

PROPIETARIO : JOEL LOPEZ CORREA FECHA ANÁLISIS : 18-en,-2020
 DISTRITO: RUPA RUPA CULTIVO CACAO CODIGO DE MUESTRA: --
 PROVINCIA: LEONCIO PRADO REGIÓN HUÁNUCO EDAD: 4 MESES

REFERENCIA F. AGRONOMÍA FUNDO F. EL AGRONOMO LOCALIDAD: TINGO MARÍA MUESTRA Nº :

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELO

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO AGRICOLA																							
Cod. Lab	Cod. Mue	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	C.E.	CaCO ₃	M.O.	N	P	K	CIC	CATIONES CAMBIABLES						CICe	Bases Camb.	Acidez Camb.	S
		Arcilla	Limo	Arena	Clase Textural									Ca	Mg	K	Na	Al	H				
		%	%	%										(meq/100g)									
MS-202064	Muestra Inicial	12	19	69	Franco Arenoso	7.20	--	--	2.32	0.12	11.56	120	13.82	12.50	1.20	0.12	0.00	--	--	--	100	--	

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUA
LASA TINGO MARÍA E.I.R.L.
 Dr. José Wilfredo Zavala Solorzano
 JEFE DEL LABORATORIO

Figura 28. Análisis físico químico inicial.



LASA TINGO MARÍA

Laboratorio de análisis de Suelos y Agua

A.V. Asunción Saldaña Lt. 34 Telf: 999250084 – 988094215 Correo: Lasatingomaria@gmail.com

PROPIETARIO : **JOEL LOPEZ CORREA** FECHA ANÁLISIS : **18-jul.-2020**
 DISTRITO: **RUPA RUPA** CULTIVO **CACAO** CODIGO DE MUESTRA: **--**
 PROVINCIA: **LEONCIO PRADO** REGIÓN **HUÁNUCO** EDAD: **4 MESES**

REFERENCIA **F. AGRONOMÍA** FUNDO **F. EL AGRONOMO** LOCALIDAD: **TINGO MARÍA** MUESTRA Nº :

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELO

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO AGRÍCOLA																						
Cod. Lab	Cod. Mue	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	C.E.	CaCO ₃	M.O.	N	P	K	CIC	CATIONES CAMBIABLES						CICe	Bases Camb.	Acidez Camb.
		Arcilla	Limo	Arena	Clase Textural									Ca	Mg	K	Na	Al	H			
		%	%	%										(meq/100g)								
MS-202065	Testigo	14	21	65	Franco Arenoso	7.36	--	--	2.46	0.12	11.56	128	14.07	12.84	1.10	0.13	0.00	--	--	--	100	--
MS-202066	T1 MS	14	19	67	Franco Arenoso	7.45	--	--	2.92	0.15	9.91	135	15.80	14.04	1.60	0.16	0.00	--	--	--	100	--
MS-202067	T2 MS	12	19	69	Franco Arenoso	7.40	--	--	2.23	0.11	11.89	133	15.58	13.90	1.50	0.18	0.00	--	--	--	100	--
MS-202068	T3 MS	12	21	67	Franco Arenoso	7.40	--	--	3.15	0.16	9.58	130	15.52	13.96	1.40	0.16	0.00	--	--	--	100	--
MS-202069	T4 MS	12	19	69	Franco Arenoso	7.46	--	--	2.46	0.12	11.73	136	15.88	14.00	1.70	0.18	0.00	--	--	--	100	--
MS-202070	T5 MS	12	19	69	Franco Arenoso	7.40	--	--	2.92	0.15	11.89	131	16.55	14.97	1.40	0.18	0.00	--	--	--	100	--
MS-202071	T6 MS	12	21	67	Franco Arenoso	7.45	--	--	2.92	0.15	10.74	134	15.81	14.05	1.60	0.16	0.00	--	--	--	100	--

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUA
LASA TINGO MARÍA EIRL.

 Dr. José Wilfredo Zavala Solorzano
 JEFE DE LABORATORIO

Figura 29. Análisis físico-químico al final del experimento.



LASA TINGO MARÍA

Laboratorio de análisis de Suelos y Agua

A.V. Asunción Saldaña Lt. 34 Telf: 999250084 – 988094215 Correo: Lasatingomaria@gmail.com

PROPIETARIO : JOEL LOPEZ CORREA FECHA ANÁLISIS : 6-ago.-2020
DISTRITO: RUPA RUPA CULTIVO CACAO CODIGO DE MUESTRA: --
PROVINCIA: LEONCIO PRADO REGIÓN HUÁNUCO EDAD: 4 MESES

REFERENCIA F. Agronomía FUNDO F. EL AGRONOMO LOCALIDAD: TINGO MARIA MUESTRA Nº :

RESULTADO DE ANÁLISIS FOLIAR

Cod. Lab	Cod. Mue	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
		%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
MF-2020006	Testigo	2.08	0.12	0.87	1.84	0.58	0.01	127	6.2	64.6	58
MS-2020007	T1 MS	2.41	0.14	1.12	1.98	0.96	0.01	158.9	10.63	81.73	97.43
MF-2020008	T2 MS	2.54	0.18	1.41	2.14	1.04	0.02	183.8	23.76	116.57	149.17
MS-2020009	T3 MS	2.82	0.22	1.78	2.52	1.16	0.02	224.2	35.11	158.29	256.98
MF-2020010	T4 MS	2.4	0.13	1.15	2.01	0.94	0.02	143.7	11.42	90.96	91.95
MS-2020011	T5 MS	2.5	0.19	1.89	2.2	1.02	0.03	197.09	23.7	120.16	158.29
MF-2020012	T6 MS	2.84	0.24	1.8	2.56	1.13	0.03	217.09	41.9	147.13	224.65

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUA
LASA TINGO MARÍA E.I.R.L.
Dr. José Wilfredo Zavala Solorzano
JEFE DE LABORATORIO

Figura 30. Análisis foliar de plantones de cacao .