UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE ALGAS MARINAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN VIVERO EN AGUAYTÍA"

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

FLORENCIO ISAAÍAS ROSALES SANTAMARÍA

PUCALLPA – PERÚ

2021

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

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **FLORENCIO ISAAÍAS ROSALES SANTAMARÍA,** denominada: **"RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE ALGAS MARINAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN VIVERO EN AGUAYTÍA",** para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR MAYORÍA** con el calificativo (*) **DIECISÉIS** (16).

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

Pucallpa, 22 de marzo de 2021.

Ing. Fernando Pérez Leal, Dr.
Presidente

Ing. Pablo Pedro Villegas Panduro, M.Sc.
Secretario

Ing. Silvia Paola Llapapasca García, M.Sc.
Miembro

Ing. José Antonio López Ucariegue, M.Sc.
Asesor

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

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Fernando Pérez Leal, Dr. .....
Presidente

Ing. Pablo Pedro Villegas Panduro, M.Sc. .....
Secretario

Ing. Silvia Paola Llapapasca García, M.Sc. .....
Miembro

Ing. José Antonio López Ucariegüe, M.Sc. .....
Asesor

Bach. Florencio Isaaías Rosales Santamaría .....
Tesista

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

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° 066-2020

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

RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE ALGAS MARINAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN VIVERO EN AGUAYTÍA.

Cuyo autor (es)	:	ROSALES SANTAMARÍA, FLORENCIO ISAAÍAS
Facultad	:	CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela Profesional	:	AGRONOMÍA
Asesor	:	M. Sc. Lopez Ucariegue, Jose Antonio

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 08%.**

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

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

Fecha: 12/02/2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCIÓN GENERAL DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL
DRA. DINA PARI QUISPE
Dirección General Prod. Intel.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, FLORENCIO ISAAIAS ROSALES SANTAMARIA

Autor de la TESIS titulada:

"RESPUESTA A LA APLICACION DE CUATRO DOSIS DE ALGAS MARINAS SOBRE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN VIVERO EN AGUAYTIA"

Sustentada el año: 2021

Con la asesoría de: ING. JOSE ANTONIO LÓPEZ UCARIEGUE M.SC

En la Facultad de: CIENCIAS AGROPECUARIAS

Carrera Profesional de: AGRONOMÍA

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 22 / 03 / 2021.

Email: rosalesisaias202@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 998883983

DNI: 71828990

DEDICATORIA.

Dedico esta tesis a quienes más amo en el mundo, a mi querida madre Isabel Santamaría Guardín y a mi padre Juvencio Rosales Carlos; el esfuerzo y los sacrificios que hicieron para llegar a este momento culminante en mi vida profesional fueron para aportar a su felicidad, superación y bienestar. Esta tesis de grado es un incentivo para seguir creciendo profesionalmente y superarme día a día.

Amo mi profesión de Ingeniero Agrónomo, ya que me permite contribuir con el cuidado de la naturaleza y ayudar a los agricultores en la producción de alimentos sanos para el mundo.

AGRADECIMIENTO.

A Dios, el autor de mi vida, por darme la oportunidad de avanzar y mejorar como profesional, permitiéndome que desarrolle este trabajo de investigación.

A todos mis maestros que me encaminaron por la senda del saber, me exigieron al máximo y me prodigaron toda su sabiduría sin egoísmos. Particularmente, al Ing. M.Sc. José Antonio López Ucariegue, asesor de la presente investigación, ya que con sus aportes y orientaciones fue posible culminar el desarrollo de esta tesis.

Expreso mi total agradecimiento a la Universidad Nacional de Ucayali y en particular, a la Escuela Profesional de Agronomía, y a toda la plana docente ligada a ella.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron en la culminación de este trabajo de investigación, a mis grandes amigos de haber conocido en el transcurso de mi carrera universitaria Ing. Martin Hammerly López, Tony León Cantalicio y José Luis Chumbe Trujillo.

ÍNDICE.

Pág.

RESUMEN……..xi
ABSTRACT……xii
LISTA DE CUADROS. xiii
LISTA DE FIGURAS. xiv
I. INTRODUCCIÓN. 1
II. REVISIÓN DE LITERATURA. 3
2.1. CACAO (*Theobroma cacao* L.). 3
2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS. 3
2.3. SISTEMAS DE PROPAGACIÓN DEL CACAO. 5
2.3.1. La propagación sexual 5
2.3.1. La propagación asexual o vegetativa 5
2.4. PRINCIPALES VARIEDADES DE CACAO. 5
2.4.1. La variedad cacao criollo o dulce 6
2.4.2. La variedad cacao forastero o amargo 6
2.4.3. La variedad trinitaria 6
2.5. ESTABLECIMIENTO DEL VIVERO EN CACAO. 6
2.5.1. Cuidados en el vivero……7
2.5.2. Propagación por semilla……..……7
2.5.3. Siembra de semilla para patrones……..8
2.5.4. Requerimientos nutricionales de plántulas de cacao en vivero.9
2.5.5. Tipos de sustratos nutricionales para la producción de clones de cacao……..9
2.5.5.1. Sustratos para producción de viveros……..9
2.5.5.2. Sustratos para multiplicación de plantas……...10
2.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ALGAS MARINAS 11
2.7. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN. 12
III. MATERIALES Y MÉTODOS..... 16
3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO. 16
3.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS. 16
3.3. DURACIÓN..... 16
3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. 16

3.5. TRATAMIENTOS. 17
3.5.1. Variable independiente 17
3.5.2. Variable dependiente 17
3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO. 17
3.6.1. Variables independientes 17
3.6.2. Variable dependientes 18
3.6.2.1. Altura de plántula 18
3.6.2.2. Largo de hoja 18
3.6.2.3. Número de hojas por plántula 18
3.6.2.4. Diámetro del tallo por plántula 18
3.6.2.5. Área foliar por plántula 19
3.6.2.6. Longitus de raíces por plántula 19
3.6.2.7. Peso de raíces por plántula 19
3.7. DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO. 19
3.7.1. Diseño experimental 19
3.7.2. Modelo matemático 19
3.7.3. Esquema del análisis estadístico 20
3.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO. 20
3.8.1. Demarcación de la parcela y tratamientos 20
3.8.2. Preparación del sustrato 20
3.8.3. Aplicación de dosis de algas marina (Alga/Tec) 21
3.8.4. Llenado de bolsas 21
3.8.5. Siembra 21
3.8.6. Control de malezas 21
3.8.7. Riegos 22
3.8.8. Control fitosanitario 22
3.8.9. Selección de plantas evaluadas 22
3.8.10. Evaluaciones permanentes de las actividades 22
3.8.11. Tabulaciones de los datos 22
3.9. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO. 23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 25
4.1. ALTURA DE PLÁNTULA POR TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN. . 25
4.2. LONGITUD DE HOJA POR TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN. 28

4.3. DIÁMETRO DE TALLO POR PLANTA POR TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN. 31
4.4. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA POR TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN. 33
4.5. ÁREA FOLIAR POR PLANTA, POR TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN. 36
4.6. LONGITUD DE RAÍCES POR TRATAMIENTO. 38
4.7. PESO DE RAÍCES POR TRATAMIENTO. 39
4.8. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LOS SUSTRATOS. 40
V. CONCLUSIONES. 42
VI. RECOMENDACIONES. 43
VII. LITERATURA CONSULTADA. 44
VIII. ANEXO. 47

RESUMEN.

La investigación se desarrolló en la localidad de Aguaytía Padre Abad, con el propósito de evaluar la respuesta a las dosis de algas marinas sobre las características agronómicas de plántulas de cacao en la zona de Aguaytía, así como también, determinar la dosis adecuada de algas marinas aplicadas en el sustrato y su efecto sobre las características agronómicas de plántulas de cacao en la zona de Aguaytía. Se probaron 5 tratamientos: un testigo y cuatro sustratos con dosis de 5, 10, 15 y 20 g de algas marinas, bajo un diseño completo al azar con 9 plantas netas por unidad experimental. Conforme a los objetivos propuestos se concluye que hubo una respuesta positiva a la aplicación de diferentes dosis de algas marinas sobre los indicadores de crecimientos de las plántulas de cacao, especialmente en las variables altura de planta, diámetro de tallo, longitud de hoja, número de hojas por planta, área foliar, así como para la longitud y de raíces frescas por plántula. Por otro lado, las dosis de 10 y 15 g de algas por bolsa de sustrato sobresalieron en las evaluaciones a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra ya que obtuvieron en la etapa final de evaluación, los siguientes valores: 36.5 y 30.5 cm de altura, 1.13 y 1.13 cm de diámetro, 17.7 y 20.1 cm de longitud de hoja, 14.2 y 15.8 hojas por planta, 130.9 y 154.5 cm^2 de área foliar, así como 37.1 y 37.7 cm de longitud de raíz cada uno y 7.7 y 6.7 g de raíces por planta, por cada tratamiento.

Palabras claves: Cacao, vivero, sustratos, algas marinas, crecimiento.

ABSTRACT.

The research was developed in the town of Aguaytia Padre Abad, with the purpose of evaluating the response to the doses of seaweed on the agronomic characteristics of cocoa seedlings in the Aguaytia area, as well as determining the appropriate dose of seaweed. applied to the substrate and its effect on the agronomic characteristics of cocoa seedlings in the Aguaytia area. 5 treatments were tested: a control and four substrates with doses of 5, 10, 15 and 20 g of seaweed, under a complete random design with 9 net plants per experimental unit. In accordance with the proposed objectives, it is concluded that there was a positive response to the application of different doses of seaweed on the growth indicators of cocoa seedlings, especially in the variables plant height, stem diameter, leaf length, number of leaves per plant, foliar area, as well as for the length and fresh roots per seedling. On the other hand, the doses of 10 and 15 g of algae per bag of substrate stood out in the evaluations at 30, 60, 90 and 120 days after sowing since they obtained in the final evaluation stage, the following values: 36.5 and 30.5 cm in height, 1.13 and 1.13 cm in diameter, 17.7 and 20.1 cm of leaf length, 14.2 and 15.8 leaves per plant, 130.9 and 154.5 cm2 of leaf area, as well as 37.1 and 37.7 cm of root length each and 7.7 and 6.7 g of roots per plant, for each treatment.

Keywords: Cocoa, nursery, substrates, seaweed, growth.

LISTA DE CUADROS.

En el texto: **Pág.**

Cuadro 1. Contenido de las algas marinas Alga/Tec (1 Kg de pc). 12
Cuadro 2. Análisis de varianza del DBCA. 20
Cuadro 3. Altura de plántula (cm) por tratamiento y evaluación.....25
Cuadro 4. Longitud de hoja (cm) por tratamiento y evaluación 29
Cuadro 5. Diámetro de tallo (cm) por tratamiento y evaluación.....31
Cuadro 6. Número de hojas por planta por tratamiento y evaluación.....34
Cuadro 7. Área foliar (cm^2) por tratamiento y evaluación. 37
Cuadro 8. Contenido nutricional de los sustratos al finalizar el ensayo.....41

En el anexo:

Cuadro 1A. Anova Altura de planta a los 30 días.....48
Cuadro 2A. Anova Altura de planta a los 60 días.....48
Cuadro 3A. Anova Altura de planta a los 90 días.....48
Cuadro 4A. Anova Altura de planta a los 120 días…….48
Cuadro 5A. Anova Longitud de hoja a los 30 días……..49
Cuadro 6A. Anova Longitud de hoja a los 60 días……..49
Cuadro 7A. Anova Longitud de hoja a los 90 días……..49
Cuadro 8A. Anova Longitud de hoja a los 120 días 49
Cuadro 9A. Anova Diámetro de tallo a los 30 días.....50
Cuadro 10A. Anova Diámetro de tallo a los 60 días.....50
Cuadro 11A. Anova Diámetro de tallo a los 90 días.....50
Cuadro 12A. Anova Diámetro de tallo a los 120 días.....50
Cuadro 13A. Anova Número de hojas a los 30 días 51
Cuadro 14A. Anova Número de hojas a los 60 días 51
Cuadro 15A. Anova Número de hojas a los 90 días 51
C**uadro 16A.** Anova Número de hojas a los 120 días 51
Cuadro 17A. Anova Área foliar a los 30 días 52
Cuadro 18A. Anova Área foliar a los 60 días 52
Cuadro 19A. Anova Área foliar a los 90 días 52
Cuadro 20A. Anova Área foliar a los 120 días 52
Cuadro 21A. Anova Longitud de raíz 53
Cuadro 22A. Anova Peso de raíz.....53

LISTA DE FIGURAS.

En el texto: **Pág.**

Figura 1. Croquis del campo experimental 23
Figura 2. Croquis de la unidad experimental. 24
Figura 3. Incremento de altura de plántula por tratamiento y evaluación 28
Figura 4. Incremento de longitud de hoja por tratamiento y evaluación 30
Figura 5. Incremento en diámetro de tallo por tratamiento y evaluación 33
Figura 6. Incremento del número de hojas por tratamiento y evaluación 36
Figura 7. Incremento del área foliar por tratamiento y evaluación 38
Figura 8. Longitud de raíz por tratamiento al finalizar el ensayo 39
Figura 9. Peso de raíces por tratamiento al finalizar el ensayo. 40

En el anexo:

Figura 1A. Preparación de sustrato para el llenado de las bolsas 54
Figura 2A. Mezcla de sustrato con algas marinas 54
Figura 3A. Llenado de bolsa con dosis de 5, 10, 15 y 20 g de algas marinas. 55
Figura 4A. Llenado de bolsas sin algas marinas 55
Figura 5A. Acomodo de bolsas por tratamiento y repeticiones. 56
Figura 6A. Vista general de los tratamientos con las tres repeticiones 56
Figura 7A. Plántulas a los 4 días con 10 g de algas marinas por bolsa. 57
Figura 8A. Vista general de las plántulas a los 15 días. 57
Figura 9A. Vista de los tratamientos con algas marinas a los 30 días 58
Figura 10A. Vista del campo experimental a los 60 días. 58
Figura 11A. Identificación del ensayo con su respectivo letrero. 59
Figura 12A. Tesista evaluando la altura de la planta 59
Figura 13A. Realizando conteo de hojas de todas las unidades experimentales 60
Figura 14A. Visita de Ing. Pablo Villegas, Jurado de tesis. 60
Figura 15A. Tesista evaluando el diámetro del tallo. 61
Figura 16A. Evaluando longitud de raíz de las plantas al finalizar la tesis. 61
Figura 17A. Diferencia radicular entre tratamientos de la primera repetición .. 62
Figura 18A. Diferencia radicular entre tratamientos de la segunda repetición 62
Figura 19A. Diferencia radicular entre tratamientos de la tercera repetición ... 63
Figura 20A. Evaluando peso radicular. 63
Figura 21A. Análisis de suelo al finalizar la tesis. 64

I. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad las limitaciones que tienen los productores de cacao en nuestra región están referidas, en primer lugar, a la escasa fertilidad natural de los suelos, considerados fuertemente ácidos, de fisiografía irregular, y baja capacidad de retención de cationes cambiables, y si a esto se suma la tendencia de no usar fertilizantes que contengan sello de certificación orgánica, dan como resultados que los niveles de productividad del cultivo no sean los más adecuados.

Por otro lado, la escasa cantidad de materia orgánica en nuestros suelos produce que, las plántulas de cacao tengan deficiencia en el desarrollo fisiológico ya que la etapa de vivero es donde la planta debe recibir mayor cantidad nutrientes para estar preparado fisiológicamente para el campo definitivo.

Las plántulas de cacao en vivero por lo general presentan síntomas muy notorios de deficiencia de elementos nutricionales como: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, boro, debido a la utilización de sustratos de baja fertilidad o con desbalances en sus componentes. En dichos casos, no se hace uso del análisis químico para la aplicación oportuna de elementos deficitarios. Teniendo en cuenta la corta permanencia de las plántulas en vivero, se debe hacer uso de sustratos que favorezcan el crecimiento inicial de las plántulas y que a la vez permitan un desarrollo radicular óptimo a fin de garantizar un buen desarrollo en campo definitivo (Llerena, Berneo y Plaza 2017).

Soto (2003), plantea que el sustrato es un factor de gran importancia para el desarrollo del sistema radical y germinación de las semillas, ya que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes, de este modo actúa como organizador de la fertilidad, lo cual coincide con Phillips y Enríquez (2002) quienes señalan que el sustrato es el principal material al analizar la germinación de la semilla en vivero para este tipo de cultivo, así como manifiestan que no existe un efecto significativo en la posición de la semilla en el momento de la siembra.

Por otro lado, el uso de algas marinas es una tecnología nueva ya que estos son fuentes de materia orgánica, que es muy importante en la agricultura por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, descomposición de residuos orgánicos, desintoxicación con plaguicidas, supresión de enfermedades en las plantas, aporte de nutrientes al suelo y por producir compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas.

En base a lo anterior el presente trabajo de investigación se justifica porque permitió identificar un sustrato a partir de la mezcla con algas marinas, que va a aportar diferentes características al sustrato final a fin de garantizar el desarrollo óptimo de las plántulas de cacao previo a su utilización tanto en injertos como su establecimiento al sitio definitivo del cultivo.

En este sentido, los objetivos de la investigación son:

- Evaluar la respuesta a las dosis de algas marinas sobre las características agronómicas de plántulas de cacao en la zona de Aguaytía.
- Determinar la dosis adecuada de algas marinas aplicadas en el sustrato y su efecto sobre las características agronómicas de plántulas de cacao en la zona de Aguaytía.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. CACAO (*Theobroma cacao* L.).

Según Motamayor (2002), citado en la revista informativa del INIA (2009); afirma que la clasificación taxonómica del cacao es la que sigue:

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

2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.

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

ANECACAO (2007), también señala que la raíz principal es pivotante y puede alcanzar entre 1.5 a 2.0 m de profundidad. Las raíces laterales en su mayoría se encuentran en los primeros 30 cm del suelo alrededor del árbol, pudiendo alcanzar los 5 a 6 m de longitud horizontal. El tallo, en su primera fase de crecimiento, es ortotrópico (vertical) que perdura por 12-15 meses. Luego, este crecimiento se interrumpe para dar lugar a la formación de 4-5 ramitas secundarias (“horqueta”), que son de crecimiento plagiotrópico (horizontal). Debajo de la horqueta aparecen con frecuencia brotes ortotrópicos (verticales) o “chupones” que darán lugar a una nueva horqueta y este evento, puede repetirse por 3 a 4 veces consecutivas. Las hojas son enteras, de 15-50 cm de longitud y

de 5-20 cm de ancho, con ápice acuminado o romo; simétricas en el brote ortotrópico y/o asimétricas en las ramas plagiotrópicas. La forma del limbo puedes ser: elíptica, ovada o abovada, con peciolos que presentan dos engrosamientos, denominados “pulvínulos”, uno en la inserción con el tallo, y otro en la inserción con el limbo foliar. En las ramas plagiotrópicas, los dos pulvínulos están casi unidos. Los brotes tiernos generalmente presentan pigmentación antocianina, con excepción de árboles mutantes, que son completamente despigmentados. Las flores, son hermafroditas, pentámeras (5 sépalos, 5 pétalos, 5 estaminodios, 5 estambres, y 5 lóculos por ovario), completas (todos sus verticilios florales) y perfectas (con androceo y gineceo). Estas aparecen en el tronco en forma solitaria o en grupos (“cojines florales”). Su diámetro oscila entre 1-1.5 cm de Los sépalos son de prefloración valvar con o sin pigmentación antocianina. Los pétalos son de prefloración imbricada y presentan dos partes distintas, una basal cóncava y otra apical con el extremo inferior unguiculado, y el superior amplio y con el ápice redondeado. Los 5 estambres están bifurcados en el ápice y cada bifurcación posee una antera biteca. Los 5 estaminodios son infértiles y actúan como órganos de atracción de insectos y/o protección del gineceo El ovario es súpero, pentacarpelar y pentalocular. Cada lóculo contiene dos series de óvulos anátropos de placentación axial, pudiéndose encontrar en promedio de 30-60 óvulos por ovario. Los frutos son bayas, con tamaños que oscilan de 10-42 cm, de forma variable (oblonga, elíptica, ovada, ovalada, esférica y oblata); de superficie lisa o rugosa, y de color rojo o verde al estado inmaduro, que depende de los genotipos. El ápice puede ser agudo, obtuso, atenuado, redondeado, apezonado o dentado; la cáscara gruesa, delgada o intermedia; de surcos superficiales, intermedios o profundos. El epicarpio y el endocarpio son carnosos estando separados por un mesocarpio fino y leñoso. Las semillas, o almendras son de tamaño variables (1.2-3 cm) cubiertas con un mucílago o pulpa de color blanco cremoso, de distintos sabores y aromas (floral, frutal) y grados de acidez, dulzura y astringencia. Al interior de la almendra están los cotiledones, que pueden ser de color morado, violeta, rosado o blanco, según el genotipo.

2.3. SISTEMAS DE PROPAGACIÓN DEL CACAO.

De acuerdo a lo que señala el INIA (2006), el cultivo de cacao se puede propagar en forma sexual (por semilla botánica) y en forma asexual (estacas, acodos e injertos).

2.3.1. La propagación sexual.

Es el método en el cual se utiliza semilla botánica para la propagación del cacao. Cuando el cultivo se va a propagar por semilla, es necesario conocer el biotipo y las principales características de las plantas productoras de semillas para que reciban un adecuado tratamiento con la finalidad que estas puedan crecer bien conformadas, uniformes y con alta producción, Preferentemente, las semillas deben ser adquiridas de campos productores oficiales. En caso de no contar con campos productores de semillas oficiales, se puede suplir esta carencia haciendo una buena selección de las “plantas madres” a partir de las cuales se obtendrá la semilla (INIA 2006).

2.3.2. La propagación asexual o vegetativa.

Este tipo de propagación es por medio de partes vegetativas de la planta seleccionada. No implica un cambio en la constitución genética de la nueva planta ya que todas las características de la planta madre se presentan en la nueva planta. Sin embargo, factores del clima, tipo de suelo, ataque de enfermedades pueden modificar la apariencia de la planta, flores o de los frutos sin que se haya dado un cambio genético. La propagación asexual se puede realizar por medio de estacas o ramillas (INIA 2006).

2.4. PRINCIPALES VARIEDADES DE CACAO.

En el mundo existen diferentes variedades de cacao, originalmente eran sólo dos variedades; el criollo y el forastero, pero el cruce de estas dos especies dio origen al trinitario, y del cruce repetido entre ellos, se originaron los diferentes

clones de cacao que conocemos y utilizamos (Arévalo et al., 2004).

2.4.1. La variedad cacao criollo o dulce.

Es originaria de Centroamérica, Colombia y Venezuela. Se distingue por tener frutos de cáscara suave, con 10 surcos, combinando un surco profundo con otro de menor profundidad. Los lomos son brotados y borroñosos y terminan en una punta delgada. Las semillas son dulces y de color blanco a violeta. De esta variedad se produce el cacao fino o de mejor calidad. Actualmente no existe cacao criollo puro, sino lo que llamamos variedades acriolladas debido a que han tenido varios cruces con otras variedades (Arévalo et al., 2004).

2.4.2. La variedad de cacao forastero o amargo.

Es originaria de América del sur y es el más cultivado en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se distingue porque tiene frutos de cáscara dura y más o menos lisa. Sus semillas o almendras son aplanadas de color morado y sabor amargo (Arévalo et al., 2004).

2.4.3. La variedad trinitaria.

Surge del cruce del cacao criollo x forastero. Las mazorcas pueden ser de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que las del cacao criollo y forastero; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. En la actualidad, según Arévalo et al., (2004), la mayoría de los cacaotales que existen en el mundo son trinitarios.

2.5. ESTABLECIMIENTO DEL VIVERO EN CACAO.

Para iniciar la siembra de cacao, primero se selecciona un terreno plano, con buen drenaje, de fácil acceso o cerca de una fuente de agua. Para la siembra de una ha en campo definitivo hay que alistar unas 1100 bolsas de color negro, con perforaciones para el drenaje, con un tamaño mínimo de 15 x 20 cm (6 x 8

pulgadas); si el área es grande, conviene hacer semilleros que estén cercanos al sitio definido para la siembra en campo definitivo. Se debe proteger el vivero contra vientos fuertes y haga un cercamiento para evitar los daños que ocasionan los animales (INIAP AMAZONÍA 2009).

Se debe construir una sombra apropiada sobre el vivero, al menos un 50% de sombra como mínimo. Se debe preparar un buen sustrato para llenar las bolsas, mezclando una parte de tierra negra bien desmenuzada con una parte de abono orgánico. Llenar las bolsas hasta el borde con el sustrato, dejando la tierra bien apretada. Acomodar las bolsas en doble hilera separadas de 15 a 20 cm y ubicadas en dirección este-oeste (INIAP AMAZONÍA 2009).

2.5.1. Cuidados en el vivero.

El vivero se considera como el área delimitada de terreno y debidamente preparada, con el propósito fundamental de obtener la multiplicación y producción de plantas resistentes, libres de enfermedades y con características fenotípicas y genotípicas únicas, hasta el momento en que estén en condiciones para ser plantadas en el sitio definitivo (CORPOICA 2009).

En épocas de sequía se riega diariamente, sobre todo en la mañana y en la tarde, tratando de mojar bien las hojas y la tierra. Elimine, cada semana, las malas hierbas presentes en las fundas, procurando arrancarlas a mano, no use herbicidas. Controle enfermedades o plagas, en caso necesario, y retire con cuidado las plantas enfermas o muertas. Aplique cada mes abonos orgánicos líquidos como biol o purines, al follaje y a la raíz (CORPOICA 2009).

2.5.2. Propagación por semilla.

CORPOICA (2009) indica que la propagación por medio de semillas frescas (sexual) es la más utilizada por los agricultores, por ser fácil y económica.

La semilla puede ser común, si el agricultor no está en condición de obtener semilla híbrida certificada, entonces debe proceder a seleccionar dentro

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

También, puede ser semilla proveniente de árboles clonados, ya que en las estaciones experimentales (principalmente del INIAP) se han seleccionado clones por su alto rendimiento desde muchos años atrás.

Luego de varios años de estudios de híbridos intencionales, se han llegado a establecer los beneficios que se pueden obtener al usar semilla híbrida, especialmente si es certificada (INIAP AMAZONÍA 2009).

2.5.3. Siembra de semilla para patrones.

En cacao se recomienda y se debe utilizar la propagación por injerto, por lo cual es primordial la utilización de una planta como patrón. El patrón es la planta que recibe la yema (injerto), y conforma el sistema radical, el cual es esencial para la nutrición de la planta injertada y constituye una de las bases fundamentales para el éxito comercial de un cultivo de cacao. La producción de patrones en cacao se realiza a partir de semillas, las cuales son recalcitrantes, es decir, no pueden ser deshidratadas y carecen de dormancia, por lo tanto, pierden su viabilidad rápidamente o mueren si no les permiten germinar (Palencia et al., 2003).

Por otro lado, cuando las mazorcas hayan cumplido su ciclo vegetativo, se cosechan, se extrae y se lava la semilla, con el propósito de quitarles el mucílago; luego se impregna con una mezcla de aserrín lavado y un fungicida, se deja almacenada en un lugar bajo sombra por tres días para que germine y dé la guía de siembra que da como resultado un desarrollo uniforme. La semilla que no germine a los tres días, se humedece y se deja por otros 3 a 5 días más, al cabo de los cuales, si no responde a la germinación, se debe desechar (Palencia et al., 2003).

2.5.4. Requerimientos nutricionales de plántulas de cacao en vivero.

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

En la aplicación de fertilizantes químicos para sustratos con bajos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, se recomienda hacer aplicaciones foliares de urea en dosis de 100 gramos por 20 litros de agua en plántulas de 45 días. A los 75 días de edad de las plántulas se deben hacer aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio, en una relación 15-45-30 de los tres elementos respectivamente. En términos de cantidades se pueden suministrar 3 gramos de N, 9 gramos de P y 6 gramos de K, para plántulas que crecen en bolsas de 3 kilogramos de sustrato (CORPOICA 2009).

2.5.5. Tipos de sustratos nutricionales para la producción de clones de cacao.

CORPÓICA (2009) sostiene que para la producción de viveros y multiplicación de plantas se pueden distinguir diferentes grupos de sustratos según sus particularidades, y por ello se mencionan a los siguientes:

2.5.5.1. Sustratos para producción de viveros.

Dentro de este grupo se diferencian los sustratos para planta de interior y de temporada y los sustratos para planta de exterior. En el primer caso la turba rubia es el componente mayoritario en la formulación de sustratos, junto con la fibra de coco. Los sustratos dependen del tipo de cultivo, de su

manejo y de las instalaciones. Hay claras diferencias entre los sustratos para plantas de ciclo corto y de ciclo largo. Cuanto más tiempo deba pasar la planta en un contenedor, más importante es que el sustrato no se degrade física o químicamente (CORPOICA 2009).

Otra de las causas que determina qué sustrato emplear es: si el cultivo se realiza en invernadero o al exterior. Además de las distintas tasas de transpiración, los cultivos de exterior, sometidos a la acción del viento, utilizan sustratos más pesados que evitan que los contenedores se vuelquen. Si el riego es frecuente es necesario que el sustrato tenga alta capacidad de retención y permeabilidad (CORPOICA 2009).

2.5.5.2. Sustratos para la multiplicación de plantas.

Éstos difieren poco según cultivos y técnicas empleadas. Es previsible que se empiecen a diferenciar diversas tipologías de sustrato: para semilleros, para enraizamiento de esquejes y para forestales. A medida que se desarrolla la planta la evapotranspiración aumenta, por ello, es necesario que el sustrato proporcione un suministro continuo de agua, elementos nutritivos y de aireación suficiente, al mismo tiempo. El sustrato es una mezcla de turbas rubia y negra (SUSTRATO s.f.).

Entre los cuidados más importantes que se deben considerar en el establecimiento de un vivero de cacao se encuentra el tipo de sustrato que se va a utilizar, principal factor del éxito o fracaso en la producción de plantas. El sustrato es la mezcla de suelo, arena y materia orgánica que se utiliza para llenar las bolsas y en donde se siembra la semilla para patrón de cacao. Es a la vez, el soporte físico de la planta y protege a las raíces durante los primeros meses de desarrollo y durante el transporte hasta la siembra (SUSTRATO s.f.).

Una primera recomendación es el análisis físico-químico de laboratorio de los componentes del sustrato, con el fin de conocer las cantidades aplicadas de cada uno de los elementos importantes y, al mismo tiempo, poder

ajustar la nutrición adecuada. Un buen sustrato combina: buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y buen contenido de nutrimentos, libres de agentes patógenos y de fácil manejo. El pH del sustrato controla la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes; para cacao, el rango óptimo se encuentra entre 5.5 a 6.5. Un buen sustrato es aquel cuya composición está formada por 50% de suelo, 25% de materia orgánica (preferiblemente lombri-compost), y 25% de arena (SUSTRATO s.f.).

2.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ALGAS MARINAS.

Varios estudios científicos han demostrado que estos productos pueden ser eficaces, y actualmente tienen una amplia aceptación en la industria hortícola. Aplicados a los cultivos de frutas, hortalizas y flores, producen mayores rendimientos, mayor absorción de los nutrientes del suelo, mayor resistencia a algunas plagas, especialmente a la araña roja (*Tetranychus urticae*), mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), y los áfidos; una mejor germinación de la semilla y mayor resistencia a las heladas y a distintas situaciones adversas (INFOAGRO s.f.).

Según EDUDIS (s.f.), los productos con base de algas marinas se comercializan desde 1950, ya sea en forma líquida o como polvos para diluir; tienen propiedades que optimizan el aprovechamiento de los minerales. También se han agregado a las semillas para mejorar su germinación y su crecimiento en las primeras etapas.

De acuerdo con Lignoquim (2012), las bio-fitohormonas (auxinas, citoquininas y giberalinas) que contiene Alga/Tec, son promotoras del crecimiento vegetal. Al ser aplicadas, se incorporan al metabolismo de las plantas, causando un balance hormonal interno, el que a su vez produce efectos positivos en la producción de cultivos y un significativo aumento de tamaño, peso y calidad de frutos.

Cuadro 1. Contenido de las algas marinas Alga/Tec (1 kg de pc).

Características	G	Características	g
Materia orgánica	150	Azufre	4.5
Ácido alginico	30	Cobre	0.9
Manitol	10.5	Hierro	4.5
Aminoácidos totales	5.3	Calcio	0.3
Nitrógeno	8.8	Zinc	0.03
Fósforo	2.3	Manganeso	0.002
Potasio	54.6	Boro	0.004

Fuente: Lignoquim (2012).

De acuerdo con Mundo Verde (2008), el producto Fosill Shell Agro es un fertilizante mineral micro-pulverizado, 100% natural para toda clase de cultivos, contiene fósiles de micro algas de aguas dulces con un alto nivel de pureza. Posee sílice amorfa y más de 19 minerales y microelementos muy importantes y básicos en el desarrollo nutricional de las plantas, tales como: galio, titanio y vanadio, los cuales son de poca presencia en los suelos, sin embargo, son esenciales para estimular el desarrollo foliar de las plantas.

Los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos. Dentro de los compuestos que pueden contener los extractos de algas se mencionan todos los elementos químicos esenciales; además de diversas sustancias naturales reportadas hasta ahora cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas, tales como vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, así como la presencia de agentes quelatantes como ácidos orgánicos y manitol (Kuwada et al., 2004).

2.7. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

León (2019), efectuó una investigación en el distrito de Aguaytía, con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de dosis de NPK sobre los indicadores de crecimiento en fase de vivero del cultivo de cacao. Se probaron 6 tratamientos T1= tierra negra + arena, T2= tierra amarillo rojiza + arena, T3= compost + tierra negra + arena, T4= tierra negra + arena +1.19N + 0.69P +1.47K,

T5= tierra negra + arena + 1.79N +1.04P + 2.20K y T6= tierra negra + arena + 2.39N +1.39P + 2.94K, bajo un Diseño Completo al Azar con 4 repeticiones, cada una representada por 25 plántulas de cacao de la variedad forastero. Los resultados indican que, el tratamiento T3 a base de compost + tierra negra + arena, obtuvo los mayores valores en las variables altura de planta (33,8 cm), diámetro de tallo (8.3 mm), área foliar (124 cm^2) y número de hojas (19) así como en longitud de raíz (44.1mm), peso fresco de raíz por planta (117.3 g) peso fresco y peso seco de hojas (8.8 y 7.1 g por planta) peso fresco y seco de área foliar (235.1 y 78.3 g por planta) y peso de ceniza por planta (5.9 g por planta).

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

Cuvi et al., (2013) evaluaron el efecto de abonos orgánicos en el cultivo de cacao en vivero en la provincia de Napo Ecuador y para ello utilizaron un sustrato mejorado con 4 tipos diferentes de abonos orgánicos y un testigo en la

producción de plántulas de *Theobroma cacao L*. en la etapa de vivero, teniendo en cuenta que la principal fuente de desarrollo es el sustrato. Se analizó la dinámica del crecimiento a partir de los indicadores fisiológicos como el porcentaje de germinación, altura de la plántula, diámetro del tallo y porcentaje de sobrevivencia. Los resultados demuestran que en la germinación de las semillas el mejor tratamiento fue el sustrato de suelo, arena y humus de lombriz (S+A+HL) con cubierta de sarán y el tratamiento de suelo arena y compost (S+A+C) en cubierta de plástico, obteniéndose en ambos tratamientos el 100% de germinación. Para la altura de la plántula y el diámetro del tallo el mejor sustrato fue la mezcla de suelo, arena y estiércol de cuy (S+A+EC) con un promedio del 35 cm de altura y 8,72 mm de diámetro del tallo en la cubierta de plástico. Los sustratos empleados contenían una mezcla de suelo del lugar, arena lavada de río y materia orgánica.

De igual manera, Rodríguez (2013) efectuó un trabajo de investigación en terrenos del Ingenio San Carlos, provincia del Guayas, cuyos objetivos fueron, por un lado, determinar la dosis adecuada de algas marinas aplicadas en el sustrato y su efecto en la germinación de semillas y características fenotípicas de cacao; así como analizar económicamente los tratamientos de estudios. El trabajo se realizó en vivero; la unidad experimental estuvo conformada por 25 plantas; los tratamientos fueron en total ocho y consistieron en la aplicación de algas marinas a las semillas y a los sustratos para la producción de plantas. Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo grupal. Se concluye que las semillas de cacao tratadas con Alga / Tec al sustrato, tuvieron un excelente vigor inicial en la germinación y la aplicación de las algas marinas en dosis de 5, 10 y 15 g/planta, en vivero fueron beneficiosas para la altura de planta con 24, 28 y 25 cm respectivamente, cuando se aplicaron al sustrato, así como las aplicaciones de las algas marinas directamente a las semillas le hacen perder poder germinativo en dosis de 2, 4 y 6 g / semilla. Las algas marinas, de acuerdo a esta investigación y por los costos de éstas, no es rentable su uso para la práctica de producción de plantas de cacao en vivero, donde el tratamiento testigo alcanzó el mayor beneficio.

Calle (2005) en su trabajo sobre el efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento de plantones de cacao en vivero en La Paz, concluye que, los plantones que obtuvieron el diámetro más grueso con las medias superiores fueron los ubicados en el tratamiento Tierra + Bocashi (2-1) siendo de 6.86 mm, y el tratamiento de Tierra + Gallinaza (2:1) fue el que logró las medias más bajas con 6.62 mm. Para la variable altura de la planta de cacao los tratamientos utilizados, Tierra (100%) y Tierra + Bocashi (2:1) son los que presentaron los valores más altos siendo de 39.1 cm y 37.8 cm respectivamente y los tratamientos que obtuvieron las menores alturas fueron Tierra + Bovinaza (2:1) y Tierra + Gallinaza (2:1) con 30.78 y 30.70 respectivamente. Respecto al número de hojas por planta, los tratamientos Tierra (100%) y Tierra + Bocashi (2:1) obtuvieron los mayores números de hojas con 12 hojas/planta en ambos tratamientos y el que presento el menor número de hojas fue el tratamiento Tierra + Gallinaza (2:1) con 9 hojas/planta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO.

El trabajo de investigación se desarrolló en la localidad de Aguaytía, perteneciente al distrito de Padre Abad, en la provincia de Padre Abad, departamento Ucayali con las siguientes coordenadas geográficas:

- Longitud: 09º02’13”.
- Latitud: 75º30’12”.
- Altitud: 250 msnm.

3.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS.

Según el Sistema Holdrige, se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosques tropicales semi-siempre verde estacional” (Cochrane 1982).

Las condiciones climáticas promedio para la zona de Aguaytía son:

- Temperatura máxima anual: 30, 5 °C.
- Temperatura media anual: 25 °C.
- Temperatura mínima anual: 19 °C.
- Precipitación promedio anual: 3600 mm.

3.3. DURACIÓN.

El trabajo de investigación tuvo una duración de 6 meses a partir de la fecha de instalación que fue en el mes de mayo del 2019, hasta su culminación en el mes de noviembre del 2019.

3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

El método de investigación científica fue cuantitativo experimental, ya que nos formulamos hipótesis y las probamos recogiendo información de campo mediante métodos ya establecidos.

3.5. TRATAMIENTOS.

3.5.1. Variable independiente.

Algas marinas.

Dosis de aplicación de algas marinas (Alga/Tec):

A. Tratamiento testigo sin algas.
B. Tratamiento de algas con 5 gramos/bolsa.
C. Tratamiento de algas con 10 gramos/bolsa.
D. Tratamiento de algas con 15 gramos/bolsa.
E. Tratamiento de algas con 20 gramos/bolsa.

3.5.2. Variable dependiente.

Crecimiento vegetativo de las plántulas de cacao.

Indicadores:

- Altura de plántula a los 30, 60, 90 y 120 días.
- Largo de hoja a los 30, 60, 90 y 120 días.
- Número de hojas por plántula a los 30, 60, 90 y 120 días.
- Diámetro del tallo por plántula a los 30, 60, 90 y 120 días.
- Área foliar por plántula a los 30, 60, 90 y 120 días.
- Longitud de raíces por plántula.
- Peso de raíces por plántula.

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO.

3.6.1. Variables independientes.

Los tratamientos se aplicaron en forma separada, las algas/tec en todos los tratamientos y en las cantidades establecidas por cada unidad experimental. La aplicación se realizó junto al sustrato incorporando las dosis de 5, 10,15 y 20 gramos por cada tratamiento.

Para cada aplicación se utilizó baldes pequeños con las respectivas cantidades de cada tratamiento (5, 10, 15, 20g), uniformizando en la mezcla del sustrato con la ayuda de palas, posteriormente se llenó cada bolsa de 2 kg de polietileno.

3.6.2. Variables dependientes.

3.6.2.1. Altura de plántula.

La variable se evaluó mediante la medición, la altura de planta desde el cuello del tallo hasta el ápice de la última hoja, con ayuda de una regla milimetrada a 9 plantas por cada tratamiento y repetición elegidas al azar a los 30, 60, 90 y 120 días.

3.6.2.2. Largo de hoja.

Su evaluación consistió en medir la longitud de cada hoja con ayuda de una regla milimetrada a 9 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento y por cada repetición a los 30, 60, 90 y 120 días de duración del ensayo.

3.6.2.3. Número de hojas por plántula.

Se realizó el conteo del número de hojas a 9 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento y por cada repetición a los 30, 60, 90 y 120 días de duración del ensayo.

3.6.2.4. Diámetro del tallo por plántula.

Para la evaluación, se usó un vernier para determinar el diámetro del tallo luego de germinada la semilla, a 9 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento y por cada repetición a los 30, 60, 90 y 120 días.

3.2.6.5. Área foliar por plántula.

Para esta variable, se utilizó el método de papel milimetrado en el cual se dibujaron las siluetas de las hojas y se contó el número de cm^2 que abarca cada hoja. Se sumaron las áreas casi determinadas de todas las hojas y se expresaron en forma total en 1 dm^2 del área foliar de la planta.

3.2.6.6. Longitud de raíces por plántula.

Para evaluar esta variable, se midió el largo de todas las raíces de 9 plantas por tratamiento, seleccionadas al azar, con ayuda de una regla milimetrada para medir la longitud radicular al finalizar el ensayo.

3.2.6.7. Peso de raíces por plántula.

Para esta variable, se pesó con ayuda de una balanza analítica, todas las raíces de 9 plantas por tratamiento seleccionadas al azar, al finalizar el ensayo.

3.7. DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO.

3.7.1. Diseño experimental.

Para el presente estudio, se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 5 tratamientos y 3 repeticiones por cada tratamiento.

3.7.2. Modelo matemático.

$$Yikj = U + Bi + Tj + Eijk$$

Dónde:

Yijk= Observación del i-ésimo tratamiento en la j-ésima medida repetida del estudio.

U= Media general.

Bi= Efecto de la i- esima medida repetida por cada tratamiento en estudio.

Tj= Efecto del i-esimo tratamiento en estudio.

Eijk= Error residual.

3.7.3. Esquema del análisis estadístico.

Cuadro 2. Análisis de varianza del DBCA.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	3 – 1 = 2
Tratamientos	5 – 1 = 4
Error	(3 – 1) (5 – 1) = 8
Total	(5) (3) – 1 = 14

Para determinar si hubo diferencias entre tratamientos se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey, con una significancia del 5%.

3.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

3.8.1. Demarcación de la parcela y tratamientos.

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

3.8.2. Preparación del sustrato.

Para obtener buenos plantones, se utilizó tierra superficial porque es rica en materia orgánica y nutrientes (tierra negra), procurando que no tenga piedras, ramas, palos y otros cuerpos extraños. Se preparó la mezcla 3 sacos de tierra por un saco de arena, relación 3 - 1. El material, una vez listo para su uso, fue mezclado con las algas marinas de acuerdo a los tratamientos para formar

el sustrato con las proporciones requeridas.

3.8.3. Aplicación de dosis de algas marinas (Alga/Tec).

La aplicación de las algas marinas fue de forma inmediata en la preparación del sustrato, mezclándolo uniformemente, según la concentración por cada tratamiento.

3.8.4. Llenado de las bolsas.

Las bolsas fueron llenadas con el sustrato hasta el borde de las mismas, compactándolos contra el piso para no dejar espacios porosos con aire, éstas fueron de color negro y con perforaciones para el drenaje requerido y evitar la presencia de enfermedades, con un tamaño mínimo de 18 x 30 cm, capacidad de 2 kg; posteriormente se regaron y se dejaron reposar 8 días antes de la siembra.

3.8.5. Siembra.

La siembra de cacao se realizó con la variedad criollo en forma manual a los 8 días después del llenado del sustrato, para permitir la acción de los microorganismos e interacción con la materia orgánica, colocando 1 semilla por bolsa, a una profundidad de 2 cm; la semilla seleccionada fue del tercio medio de la mazorca del cacao para que haya una uniformidad en la germinación y desarrollo de las plántulas y previamente tratada con Cupravit.

3.8.6. Control de malezas.

Se controlaron manualmente, dependiendo de su agresividad y tamaño, con la finalidad de evitar la competencia por agua y nutrientes, de esta manera se obtuvo plantas vigorosas y listas para la siembra definitiva.

3.8.7. Riegos.

Los riegos se realizaron en forma constante dos veces al día: a las 9 de la mañana y a las 4 de la tarde.

3.8.8. Control fitosanitario.

Se aplicaron todo el control necesario para que el cultivo no sufra el ataque de patógenos y de plagas, como es el control de la plaga atta *cephalotes* para evitar el ataque a las hojas de las plántulas, este control se hizo mediante la aplicación de un insecticida químico (TIFON) en el hospedero de la plaga.

3.8.9. Selección de plantas evaluadas.

Se realizó tomando en cuenta la distribución de la parcela, considerando que por cada unidad experimental existe un total de 25 plantas; el cual por efecto de borde solo se evaluó un total de 9 plantas por unidad experimental en estudio, siendo un total de 45 plantas a evaluar por cada repetición y un total de 135 plantas evaluables en el campo experimental.

3.8.10. Evaluaciones permanentes de las actividades.

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 4 meses de campo desde la siembra hasta la etapa que se mantiene en vivero a los plantones.

3.8.11. Tabulaciones de los datos.

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

3.9. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO.

Campo experimental:

Largo: 11 m.

Ancho: 9 m.

Área total: 99 m^2.

Nº de tratamientos: 5.

Unidad experimental

Nº total de UE: 15.

Largo: 1 m.

Ancho: 1 m.

Área total: 1 m^2.

N° de plantas útiles: 9.

N° de plantas de borde: 16.

N° de plantas por UE: 25.

Nº de plantas evaluados 135.

Nº total de plantas 375.

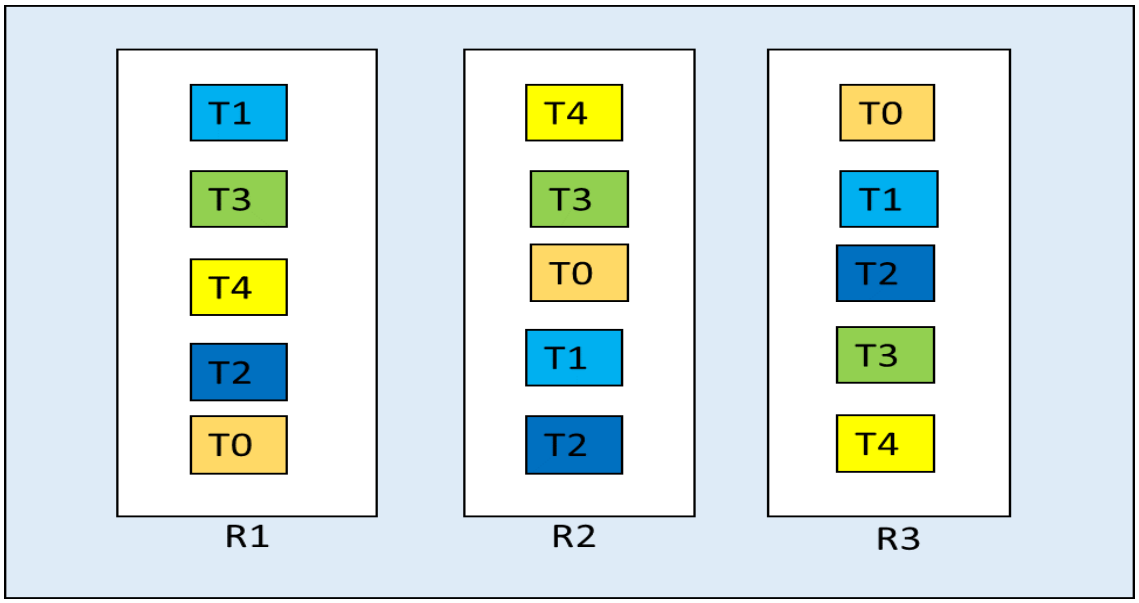


Figura 1. Croquis del campo experimental.

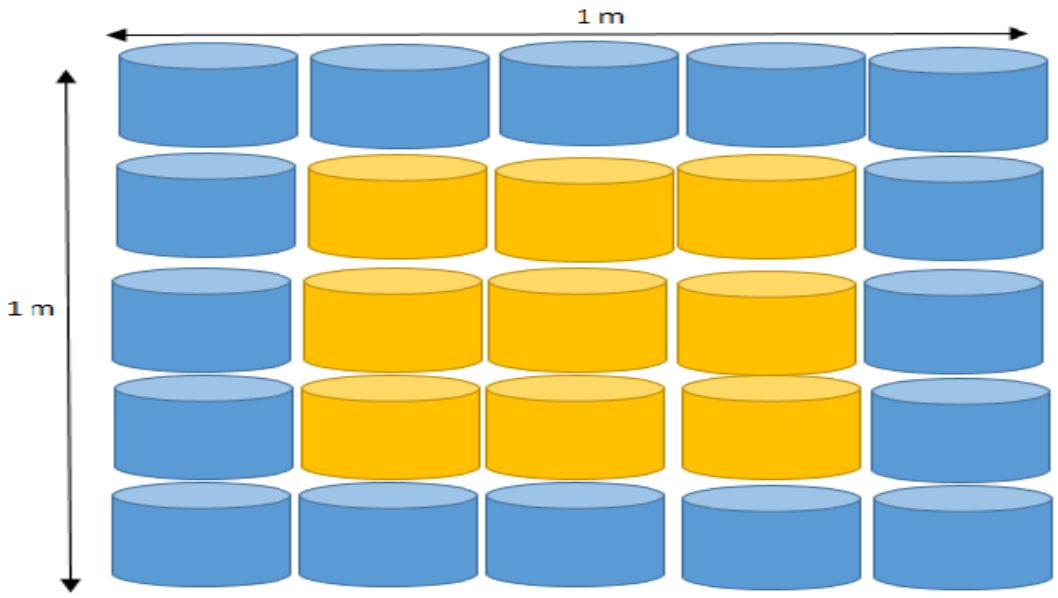


Figura 2. Croquis de la unidad experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. ALTURA DE PLÁNTULA POR TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN.

La evaluación de altura de plántula por tratamiento se realizó a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra y las plántulas de cacao por cada tratamiento han seguido un patrón normal de crecimiento (Cuadros 1A, 2A, 3A y 4A).

En la primera evaluación, el análisis de varianza determinó que existen diferencias significativas entre tratamientos. En la segunda evaluación, se comprobó a través del análisis de varianza que existen diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, en la tercera evaluación, se ha demostrado mediante el análisis de varianza, que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

En la última evaluación, tampoco se ha reportado por medio del análisis de varianza, que existen diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 3. Altura de plántula (cm) por tratamiento y evaluación.

Tratamiento	30 d	60 d	90 d	120 d
Testigo	16.7 ab	19.2 ab	23.7 a	29.7 a
Alga 5	18.2 a	20.8 ab	26.3 a	33.8 a
Alga 10	18.9 a	21.4 a	27.4 a	36.5 a
Alga 15	16.5 ab	20.9 a	24.0 a	30.5 a
Alga 20	14.3 b	18.1 b	25.2 a	31.7 a
CV (%)	7.96	6.94	13.5	13.5

Al efectuar la prueba de promedios en altura de plántula a los 30 días, se notó un grupo que no mostraron diferencia entre ellos, destacando los tratamientos alga 10 y alga 5 con 18.9 y 18.2 cm, seguido de los tratamientos testigo y alga 15 con 16.7 y 16.5 cm y en último lugar quedó el tratamiento alga

20 con sólo 14.3 cm en promedio.

A los 60 días después de la siembra sucede una situación similar a la anterior, donde los tratamientos alga 10 y alga 15 sobresalen en estas variables con 21.4 y 20.9 cm cada uno, seguidos de los tratamientos alga 5 y testigo con 20.8 y 19.2 cm y en último lugar queda el tratamiento alga 20 con 18.1 cm de altura.

A los 90 y 120 días después de la siembra no se aprecia diferencias estadísticas entre tratamientos, sin embargo, los tratamientos alga 10 y alga 5 obtuvieron los valores más altos en altura de plántula con 27.4 y 26.3 cm a los 90 días y 36.5 y 33.8 cm a los 120 días después de la siembra. Los valores más bajos se obtuvieron con el tratamiento testigo con 23.7 y 29.7 cm en ambas evaluaciones.

Estos resultados son superiores los que reporta León (2019) quien al probar diferentes sustratos para vivero de cacao en Aguaytía, encontró que la mayor altura de plántula a los 30 días fue lograda por el tratamiento a base de tierra negra + arena + 1.19 g de N + 0.69 g de P_2O_5 + 1.47g de K_2O, con 18.3 cm, mientras que a los 60, 90 y 120 días, el tratamiento tierra negra + arena + 200 g de compost obtuvo los mejores valores de altura con 25.1, 32.3 y 33.8 cm, respectivamente.

Por su parte, Rodríguez (2013) en su ensayo sobre la aplicación de dosis de algas marinas en semillas y sustratos de cacao, encontró que, la aplicación de las algas marinas en dosis de 5, 10 y 15 g/plántula, en vivero fueron beneficiosas para la altura de plántula con 24, 28 y 25 cm respectivamente, cuando se aplicaron al sustrato que a las semillas de cacao, no reportando diferencias con el testigo que alcanzó 23 cm de altura en promedio.

De igual forma, nuestros resultados son similares a los mencionados por Merino (2005) al probar el efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plántulas de cacao en la zona

de Tingo María, concluyendo que los mejores valores en altura de plántula fueron obtenidos por el tratamiento Bocashi + EMC (microorganismos eficaces comerciales) con 38.7 cm.

Por otro lado, se consideran menores a los encontrados por Calle (2005) en su trabajo sobre el efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento de plántulas de cacao en vivero en La Paz, quien concluye que, el mejor comportamiento del crecimiento de las plántulas de cacao fueron en los tratamientos utilizados, Tierra (100%) y Tierra + Bocashi (2 : 1) siendo de 39.1 cm y 37.8 cm respectivamente y los tratamientos que obtuvieron las menores alturas fueron Tierra + Bovinaza (2 : 1) y Tierra + Gallinaza (2 : 1) con 30.78 y 30.70 respectivamente.

Llerena, Berneo y Plaza (2017) evaluando diferentes tipos de sustratos en cacao en Quevedo Ecuador, encontraron que, a los 45 días, el tratamiento 9 (30% de bokashi+30% de humus de lombriz+20% de tierra negra+10% de aserrín de balsa+10% de tamo de arroz quemado), produjo las plántulas de mayor altura con 20.0 cm, superior estadísticamente a los demás sustratos que mostraron plántulas con altura entre 17.7 y 18.6 centímetros. Así mismo, determinaron que, el tratamiento 9 (30% de bokashi+30% de humus de lombriz+20% de tierra negra+10% de aserrín de balsa+10% de tamo de arroz quemado), presentó las plántulas de mayor altura a los 60 días con 22.9 cm, estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron alturas entre 19.5 y 20.8 centímetros. A los 60 días, cuando se sembró la semilla en el tratamiento 9 (30% de bokashi+30% de humus de lombriz+20% de tierra negra+10% de aserrín de balsa+10% de tamo de arroz quemado), registró las plántulas de mayor altura con 26.4 cm, superior estadísticamente los demás sustratos que presentaron valores entre 22.3 y 24.1 cm.

Por otro lado, en relación al incremento en altura de plántula, los mayores valores iniciales (30 días) son reportados por los tratamientos alga 10 y alga 5 con 18.9 y 18.2 cm cada uno, mientras el testigo alcanzó un incremento de 16.7 cm superior al tratamiento alga 20 que incrementó inicialmente 14.3 cm de altura de plántula.

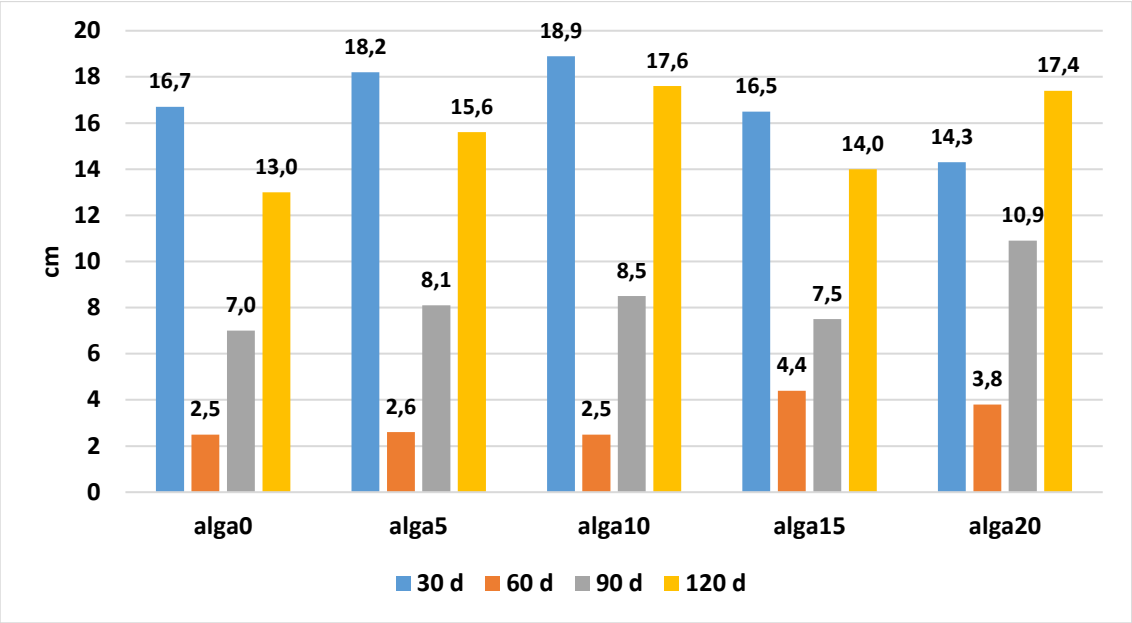


Figura 3. Incremento de altura de plántula por tratamiento y evaluación.

En las siguientes evaluaciones, los tratamientos a base de alga 10 y alga 20 obtienen mejores incrementos con 2.5, 8.5 y 17.6 cm así como con 3.8, 10.9 y 17.4 cm, en las evaluaciones a los 60, 90 y 120 días, respectivamente.

4.2. LONGITUD DE HOJA POR TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN.

Las evaluaciones de longitud de hoja por tratamiento se realizaron a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (Cuadros 5A, 6A, 7A y 8A).

Al efectuar el análisis de varianza para longitud de hoja a los 30 días se observó diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 7.47% y de igual manera estas diferencias se reflejan en las siguientes evaluaciones a los 60, 90 y 120 días, con coeficientes de variabilidad de 5.31, 8.32 y 4.12%, respectivamente.

Cuadro 4. Longitud de hoja (cm) por tratamiento y evaluación.

Tratamiento	30 d	60 d	90 d	120 d
Alga 0	10.7 ab	12.0 bc	12.7 b	14.6 d
Alga 5	11.9 a	12.8 ab	13.6 b	16.2 c
Alga 10	12.2 a	13.4 a	14.9 ab	17.7 b
Alga 15	10.2 bc	13.2 ab	16.8 a	20.1 a
Alga 20	9.0 c	10.8 c	13.1 b	15.5 cd
CV (%)	7.47	5.31	8.32	4.12

A los 30 días, según el Cuadro 4, la prueba de Tukey nos indica que los tratamientos testigo, alga 5 y alga 10 no muestran diferencias entre ellos, con 10.7, 11.9 y 12.2 cm sucesivamente, pero a la vez se comportan superiores a los tratamientos alga 15 y alga 20 cuyas longitudes de hoja fueron 10.2 y 9.0 cm, respectivamente.

A los 60 días los tratamientos a base de algas 5, 10 y 15 reportan los valores más altos con 12.8, 13.4 y 13.2 cm, cada uno, siendo superiores al testigo y al tratamiento alga 20 con 12.0 y 10.8 cm de longitud de hoja, respectivamente.

Los tratamientos alga 15 y alga 10 sobresalen en la evaluación a los 90 días con 16.8 y 14.9 cm sin mostrar diferencias entre ellos, pero fueron superiores a los demás tratamientos, donde el testigo ocupa el último lugar con 12.7 cm.

A los 120 días, se nota una clara superioridad estadística según la prueba de Tukey, del tratamiento alga 15 con 20.1 cm frente a los tratamientos alga 10, 5 y 20 que obtuvieron sucesivamente 17.7, 16.2 y 15.5 cm, quedando en último lugar el testigo con 14.6 de longitud de hoja (Cuadro 4).

Respecto al incremento en longitud de hoja, se nota en la Figura 4, una mejor respuesta inicial (30 días) de los tratamientos testigo, alga 5 y alga 10 con incrementos de 10.7, 11.9 y 12.2 cm, respectivamente, en comparación con los

demás tratamientos. Una situación diferente se da con la ganancia a los 60, 90 y 120 días, donde los tratamientos alga 15 y alga 20, sucesivamente aumentan 3.0, 6.6 y 9.9 cm, así como 1.8, 4.10 y 6.5 cm a los 60, 90 y 120 días respectivamente, lo cual es corroborado por Llerena, Berneo y Plaza (2017) quienes sostienen que cuando se realizan mezclas para los sustratos, las proporciones de los diferentes componentes empleados deberán buscar un acuerdo con las características, para de esta manera garantizar el aporte nutricional y por ende el desarrollo del cultivo en su etapa inicial.

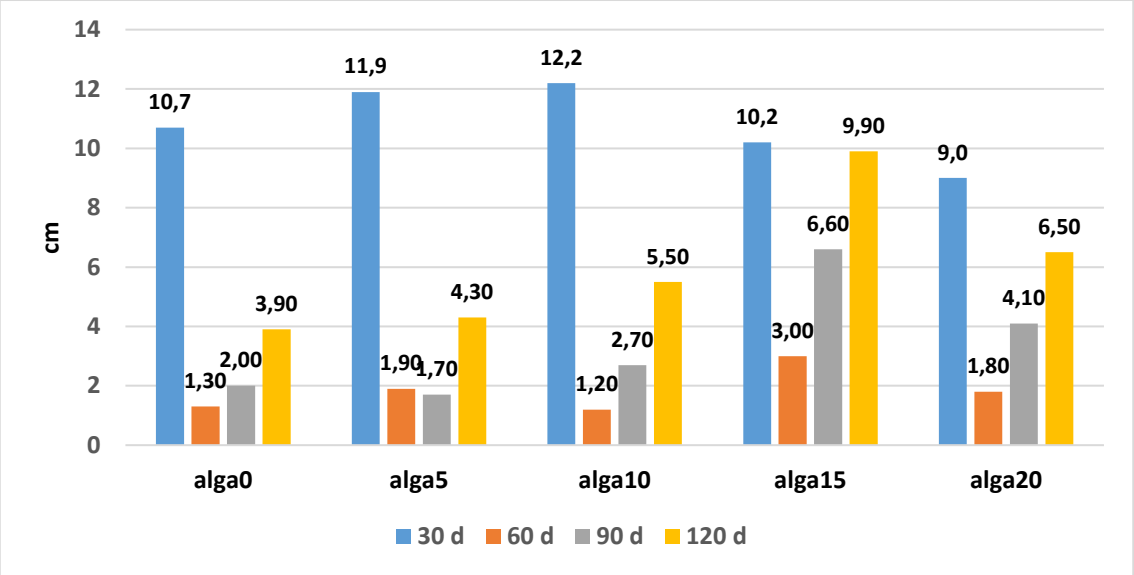


Figura 4. Incremento de longitud de hoja por tratamiento y evaluación.

Estos resultados se pueden atribuir a la respuesta de la planta al aporte nutricional del medio donde se desarrolló, que favoreció el desarrollo del follaje, lo que confirma lo expresado por Llerena, Berneo y Plaza (2017), quienes mencionan que para que un determinado sustrato se comporte de manera adecuada, con propiedades físicas y químicas óptimas, es importante que cuente con un correcto reparto y composición de las fases sólida, líquida y gaseosa.

4.3. DIÁMETRO DE TALLO POR PLANTA POR TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN.

Las evaluaciones de diámetro de tallo por cada tratamiento también se realizaron a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (Cuadros 9A, 10A, 11A y 12A).

Al efectuar el análisis de varianza para diámetro de tallo a los 30 días no se observó diferencias altamente significativas entre tratamientos y de igual manera no se aprecian estas diferencias estadísticas en las siguientes evaluaciones a los 60, 90 y 120 días, con coeficientes de variabilidad de 5.83, 5.65 y 4.06%, respectivamente.

Cuadro 5. Diámetro de tallo (cm) por tratamiento y evaluación.

Tratamiento	30 d	60 d	90 d	120 d
Alga 0	0.53 a	0.70 a	0.90 a	1.10 ab
Alga 5	0.53 a	0.73 a	0.93 a	1.10 ab
Alga 10	0.56 a	0.76 a	0.93 a	1.13 a
Alga 15	0.56 a	0.76 a	0.93 a	1.13 a
Alga 20	0.53 a	0.70 a	0.86 a	1.03 b
CV (%)	11.5	5.83	5.65	4.06

La prueba de Tukey para diámetro de tallo indica para las evaluaciones a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, no existen diferencias entre los tratamientos probados, con promedios generales de 0.54, 0.74 y 0.92 cm en dichas evaluaciones, sin embargo, las diferencias recién se notan a partir de los 120 días, donde los tratamientos testigo, alga 5, alga 10 y alga 15 con 1.10, 1.10, 1.13 y 1.13 cm superan al tratamiento alga 20 que obtuvo sólo 1.03 cm de diámetro de tallo.

Estos resultados son similares a los que encontró León (2019) probando diferentes sustratos orgánicos y químicos para vivero de cacao en Aguaytía, y demostrando que los mayores valores de diámetro de tallos fueron reportados

por el tratamiento a base de Tierra negra + 200 g compost con 6.5, 7.3, 7.5 y 8.3 mm en las evaluaciones efectuadas a los 30, 60, 90 y 120 días, respectivamente.

Calle (2005) en su trabajo sobre el efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento de plantones de cacao en vivero en La Paz, concluye que, los plantones que obtuvieron el diámetro más grueso con las medias superiores fueron los ubicados en el tratamiento Tierra + Bocashi (2:1) siendo de 6.86 mm, y el tratamiento de Tierra + Gallinaza (2:1) fue el que logró las medias más bajas con 6.62 mm.

Asimismo, Merino (2005) probando el efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao en la zona de Tingo María, concluye que los mejores resultados en diámetro de tallo fueron obtenidos por el tratamiento Bocashi+EMC (microorganismos eficaces comerciales) con 7.4 mm.

Rodríguez (2013) en su trabajo sobre el efecto de la aplicación de seis dosis de algas marinas sobre la germinación y características fenotípicas en cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero en Guayaquil Ecuador, concluye que la aplicación de las algas marinas en dosis de 5, 10 y 15 g/planta, en vivero fueron beneficiosas para la variable diámetro de tallo con 3, 2 y 3 mm, respectivamente, cuando se aplicaron al sustrato.

Por otro lado, Llerena, Berneo y Plaza (2017) al evaluar diferentes tipos de sustratos en cacao en Quevedo Ecuador, encontraron que, al sembrar en el tratamiento 9 (30% de bokashi+30% de humus de lombriz+20% de tierra negra+10% de aserrín de balsa+10% de tamo de arroz quemado), se registraron las plantas con tallos de mayor diámetro a los 45 días con 3.6 mm, superando estadísticamente a los demás sustratos que presentaron valores entre 3.2 y 3.4 mm. A los 60 días, en el tratamiento 9 (30% de bokashi+30% de humus de lombriz+20% de tierra negra+10% de aserrín de balsa+10% de tamo de arroz quemado) se observaron las plantas con tallos de mayor diámetro con 4.9 mm, estadísticamente superior a los demás sustratos que registraron promedios entre 4.2 y 4.5 mm. El mayor diámetro del tallo a los 75 días se presentó en el tratamiento 9 (30% de bokashi+30% de humus de lombriz+20% de tierra

negra+10% de aserrín de balsa+10% de tamo de arroz quemado) con 5.9 mm, superior estadísticamente a los demás sustratos que mostraron diámetros entre 5.2 y 5.5 mm.

Respecto a la ganancia en diámetro de tallo por tratamiento y evaluación, se aprecia en la Figura 5 que, a los 30 días, los tratamientos a base de alga 5, 10 y 15 así como el testigo logran incrementos iniciales sucesivos de 0.53, 0.56, 0.56 y 0.53 cm, respectivamente.

En las siguientes evaluaciones a los 60 y 90 días, el incremento fue casi similar en todos los tratamientos y a los 120 días, los tratamientos testigo, alga 5, alga 10 y alga 15 obtienen cada uno, un incremento promedio de 0.57 cm.

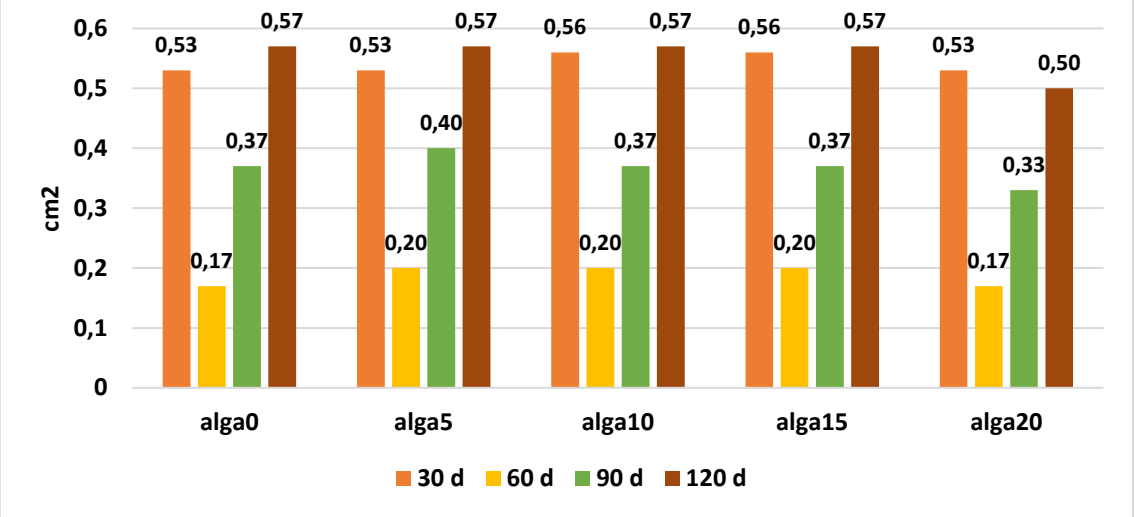


Figura 5. Incremento en diámetro de tallo por tratamiento y evaluación.

4.4. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA POR TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN.

La evaluación del número de hojas por planta por tratamiento se efectuó a los 30, 60,90 y 120 días después de la siembra (Cuadros 13A, 14A, 15A y 16A).

El análisis de varianza a los 30 días, nos indica que no hubo diferencias entre tratamientos. En la segunda evaluación, se aprecia que existen solo diferencias significativas entre tratamientos. En la tercera evaluación, existen

diferencias altamente significativas entre tratamientos, y en la última evaluación, se señala que existen solo diferencias altamente significativas entre tratamientos.

A los 30 días después de la siembra, las plantas evaluadas por el número de hojas en cada tratamiento, la prueba de Tukey nos indica que muestran un comportamiento similar, con rangos entre 3.1 y 3.9 hojas para el testigo y los tratamientos alga 10 y alga 20, respectivamente.

Para la siguiente evaluación, los tratamientos alga10, alga 15 y alga 20 superan estadísticamente a los demás tratamientos, con 6.3, 5.3 y 5.2 hojas por planta, mientras que el testigo solo produjo 4.5 hojas por planta.

Cuadro 6. Número de hojas por planta por tratamiento y evaluación.

Tratamiento	30 d	60 d	90 d	120 d
Alga 0	3.1 a	4.5 c	7.4 c	11.9 b
Alga 5	3.8 a	4.9 b	7.4 c	12.8 ab
Alga 10	3.9 a	5.2 ab	8.8 b	14.2 ab
Alga 15	3.1 a	5.3 ab	10.2 a	15.6 a
Alga 20	3.9 a	6.3 a	8.6 bc	12.2 b
CV (%)	14.4	11.1	8.04	11.1

A los 90 días después de la siembra, el tratamiento a base de alga 15 supera significativamente a los demás tratamientos con 10.2 hojas por planta, especialmente a los tratamientos testigo y alga 5, que produjeron 7.4 hojas planta cada uno.

Y, a los 120 días después de la siembra, se confirma la superioridad del tratamiento alga 15 con 15.6 hojas por planta seguido de los tratamientos alga 10 y alga 5 con 14.2 y 12 8 hojas por planta. El testigo logró producir sólo 11.9 hojas por planta, sin mostrar diferencias con el tratamiento alga 20 con 12.2 hojas por planta.

Estos resultados son similares a los reportados por Merino (2005) quien, probando el efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao en la zona de Tingo María, concluye que los mejores resultados en la variable número de hojas por planta fueron obtenidos por el tratamiento Bocashi+EMC (microorganismos eficaces comerciales) con 16.78 hojas por planta.

Sobre el particular, Llerena, Berneo y Plaza (2017) al evaluar diferentes tipos de sustratos en cacao en Quevedo Ecuador, encontraron que, al sembrarse en el tratamiento 9 (30% de bokashi+30% de humus de lombriz+20% de tierra negra+10% de aserrín de balsa+10% de tamo de arroz quemado), las plantas produjeron mayor número de hojas a los 30 días con 5.5, sin diferir estadísticamente del sustrato de 60% humus de lombriz y 40% aserrín de balsa con 5.1 hojas, estadísticamente superiores a los demás sustratos que registraron entre 4.4 y 5.0 hojas a los 30 días. A los 50 días, en el sustrato 9 (30% de bokashi+30% de humus de lombriz+20% de tierra negra+10% de aserrín de balsa+10% de tamo de arroz quemado) se presentó el mayor número de hojas con 9.4, estadísticamente superior a los demás sustratos que mostraron entre 7.8 y 8.3 hojas. A los 75 días, el mayor número de hojas por planta correspondió al tratamiento 9 (30% de bokashi+30% de humus de lombriz+20% de tierra negra+10% de aserrín de balsa+10% de tamo de arroz quemado) con 13.2 hojas, superior estadísticamente a los demás sustratos que presentaron valores entre 10.9 y 12.0 hojas.

Por otro lado, en relación al incremento del número de hojas por tratamiento y evaluación, se observa en la Figura 6 que, las mejores respuestas fueron encontradas a los 120 días después de la siembra, donde los tratamientos alga 15 y alga 10 obtuvieron incrementos superiores de 12.5 y 10.3 hojas por planta, cada uno, seguido de los tratamientos alga 5 y el testigo con 9.0 y 8.8 hojas por planta, respectivamente. El tratamiento a base de alga 20 produjo el menor incremento con 8.3 hojas por planta a los 120 días después de la siembra.

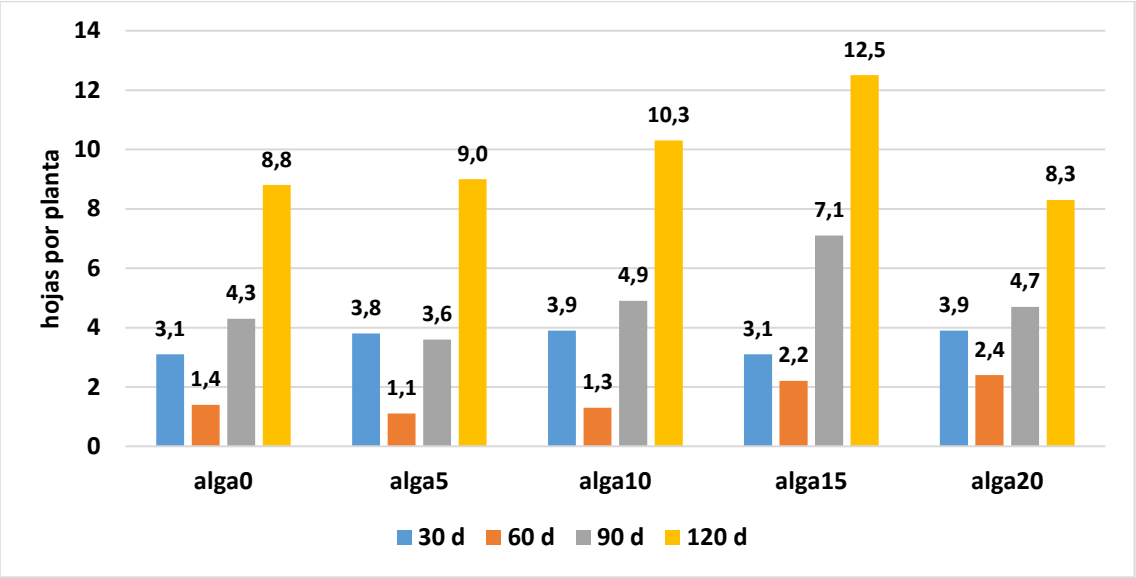


Figura 6. Incremento del número de hojas por tratamiento y evaluación.

El factor más importante que incide en el número de hojas está relacionado con la variable altura de plántula, vale decir plantas que presentan mayores alturas sobresalen sobre las demás, de esta manera absorben mayor cantidad de luz solar, la cual favorece el proceso de fotosíntesis.

Absorbiendo energía radiante, la planta la utiliza en la transformación de compuestos minerales en compuestos orgánicos que proporcionan el alimento que requiere la planta para su crecimiento. Al respecto Merino (2005) y Calle (2005) indican que la fotosíntesis está sometida a la influencia de las condiciones del medio ambiente en que se realiza.

4.5. ÁREA FOLIAR POR PLANTA, POR TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN.

La evaluación de la variable área foliar por planta por tratamiento se efectuó a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (Cuadros 17A, 18A, 19A y 20A).

Así, a los 30 días, ya se observan diferencias altamente significativas entre tratamientos, mientras que, a los 60 días, también se distinguen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

A los 90 días después de la siembra, las diferencias entre tratamientos, según el análisis de varianza, fueron altamente significativas, y en la última evaluación, el análisis de varianza señala que los tratamientos difieren estadísticamente entre ellos.

Cuadro 7. Área foliar (cm^2) por tratamiento y evaluación.

Tratamiento	30 d	60 d	90 d	120 d
Alga 0	54.9 c	66.3 bc	75.3 b	97.0 d
Alga 5	66.9 ab	73.4 ab	82.3 b	118.8 bc
Alga 10	72.7 a	81.7 a	92.8 ab	130.9 b
Alga 15	58.7 bc	75.0 ab	109.1 a	154.5 a
Alga 20	40.8 d	57.0 c	80.3 b	109.3 cd
CV (%)	10.0	8.04	10.3	5.35

A los 30 días después de la siembra la prueba de Tukey nos indica que, al existir diferencias entre los tratamientos, se destaca la superioridad de dos de ellos, algas 10 y alga 5 con 72.7 y 66.9 cm^2 cada uno, sobre los demás tratamientos, entre los que se encuentran el testigo y alga 20 con 54.9 y 40.8 cm^2, respectivamente. A los 60 días después de la siembra, tres tratamientos alga 10, alga 5 y alga 15 fueron superiores a los demás sin mostrar diferencias entre ellos, con 81.7, 75.0 y 73.4 cm^2, sucesivamente. El tratamiento alga 20 solo obtuvo 57.0 cm^2 de área foliar, sin mostrar diferencias con el testigo que alcanzó 66.3 cm^2. A los 90 y 120 días después de la siembra, se confirma la superioridad estadística de los tratamientos alga 15 (109.1 y 154.5 cm^2) y alga 10 (92.8 y 130.9 cm^2) sobre los demás, donde nuevamente el testigo y alga 20 en la evaluación a los 120 días, solo produjeron 97.0 y 109.3 cm^2 cada uno.

Estos resultados son similares a los reportados por León (2019) quien, probando el efecto de la aplicación de abonos y fertilizantes sobre el crecimiento de plantones de cacao en la zona de Aguaytía, concluye que para la variable área foliar los mejores valores fueron obtenidos por el tratamiento Tierra negra + 200 g de compost con 37, 86, 96 y 124 cm^2 a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, respectivamente.

Rodríguez (2013) en su trabajo sobre el efecto de la aplicación de seis dosis de algas marinas sobre la germinación y características fenotípicas en cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero en Guayaquil Ecuador, concluye que la aplicación de las algas marinas en dosis de 5, 10 y 15 g/planta, en vivero fueron beneficiosas para la variable área foliar con 100, 100 y 90 cm^2 respectivamente, cuando se aplicaron al sustrato.

Por otro lado, referente al incremento de área foliar por tratamiento y evaluación, a los 30 días después de la siembra se observa en la Figura 7, una mejor performance por parte de los tratamientos alga 10 y alga 5 con 72.27 y 66.9 cm^2 de incremento de área foliar, mientras que a los 60 y 90 días, esta ganancia no fue muy notoria entre los tratamientos, excepto para alga 15 con 50.4 cm^2 a los 90 días después de la siembra, y por último se destaca el mayor incremento de 95.8 cm^2 obtenido por el tratamiento alga 15 que es superior a todos los demás tratamientos evaluados.

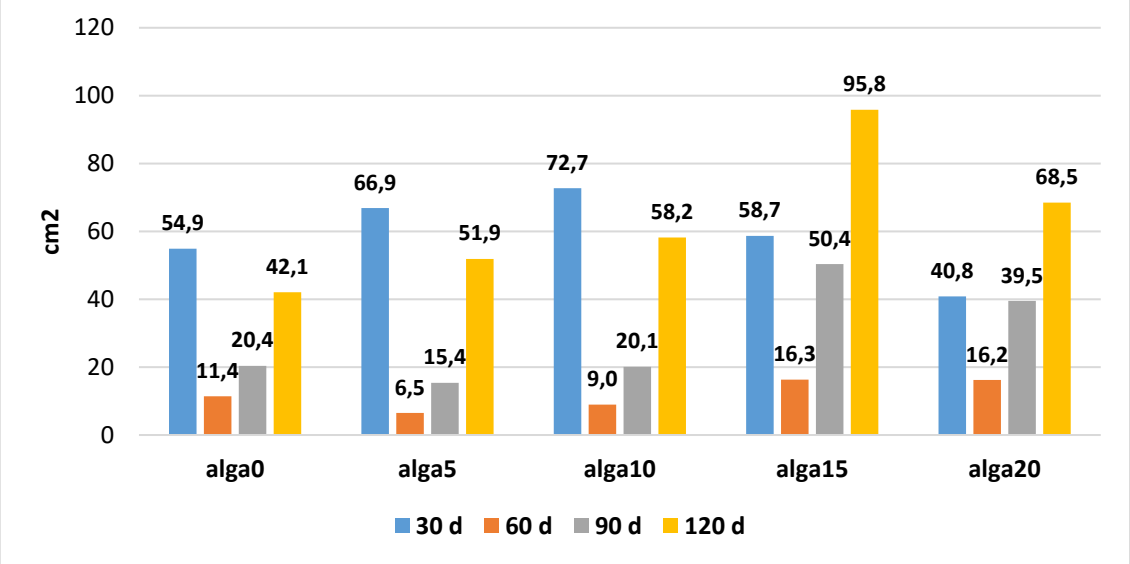


Figura 7. Incremento del área foliar por tratamiento y evaluación.

4.6. LONGITUD DE RAÍCES POR TRATAMIENTO.

Al realizar el análisis de variancia para esta variable (Figura 8) se encontró diferencias altamente significativas.

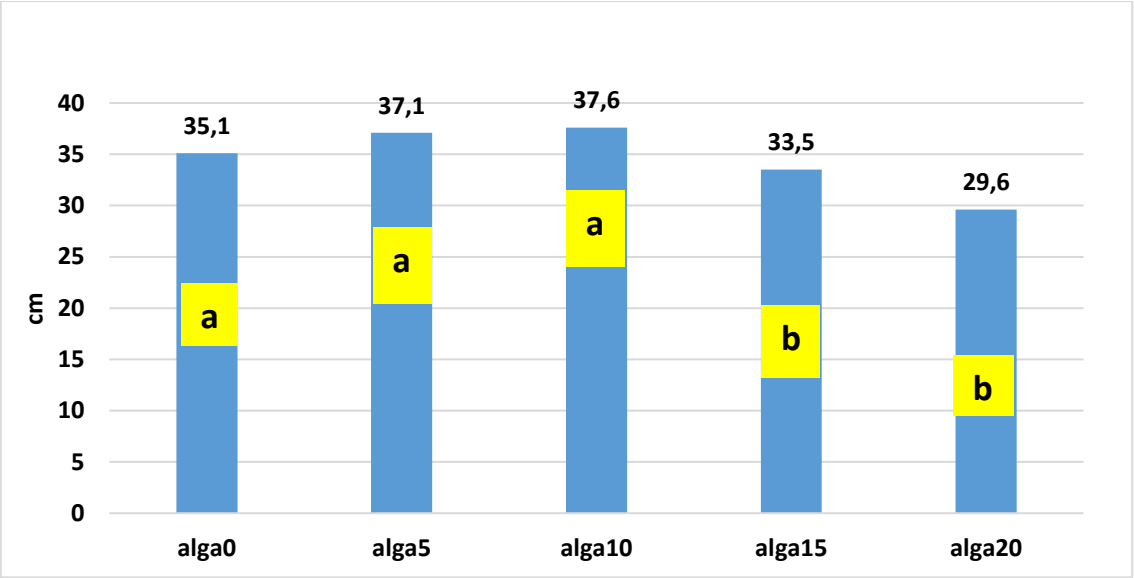


Figura 8. Longitud de raíz por tratamiento al finalizar el ensayo.

La prueba de Tukey señala que los tratamientos a base de alga 10, alga 5 y el testigo no muestran diferencias entre ellos para la longitud de raíz, con 37.6, 37.1 y 35.1 cm, pero a la vez se comportan superiores a los tratamientos alga 15 y alga 20 que obtuvieron una longitud de 33.5 y 29.6 cm, respectivamente.

Al respecto, León (2019) demostró que probando diferentes tipos de sustratos orgánicos y químicos, el mejor tratamiento a base de tierra negra + arena + 200 g de compost, cuya longitud de raíz fue 44 cm en promedio, superior a lo obtenido en el presente trabajo de investigación.

4.7. PESO DE RAÍCES POR TRATAMIENTO.

Al realizar el análisis de varianza para esta variable se encontró solo diferencias significativas, con un coeficiente de variabilidad de 16.09%.

Efectuada la prueba de Tukey para esta variable, encontramos un grupo de tratamientos entre los que se encuentran el testigo, alga 5, alga 10 y alga 15 con pesos promedios de 5.5, 6.2, 7.7 y 6.7 g de raíces por planta son superiores estadísticamente al tratamiento alga 20 que solo obtuvo un peso promedio de 4.1 g de raíces por planta.

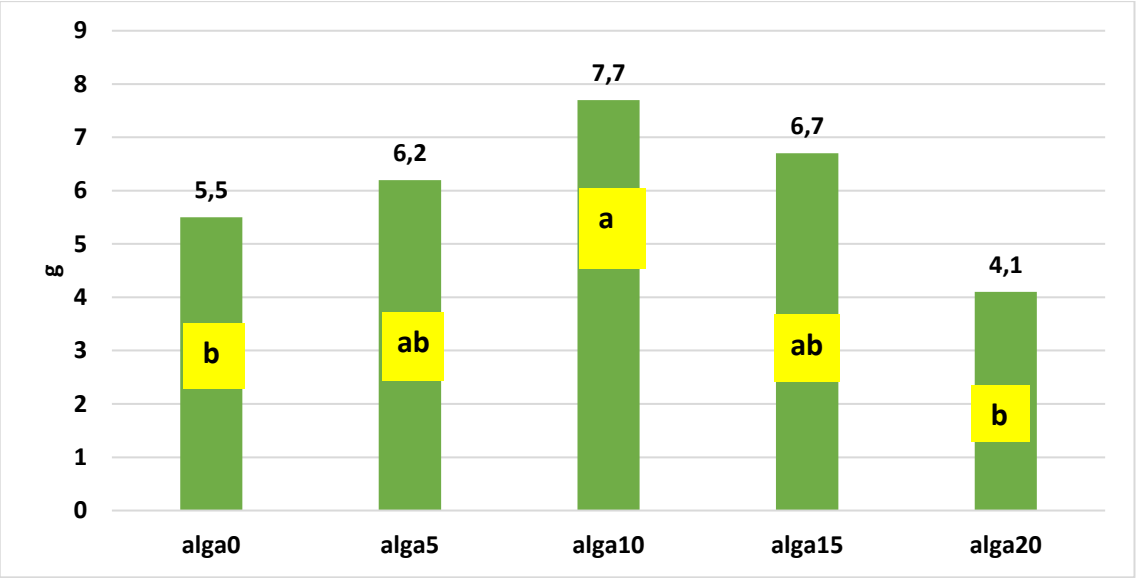


Figura 9. Peso de raíces por tratamiento al finalizar el ensayo.

En relación a esta variable, Merino (2013) probando el efecto de diferentes sustratos en Tingo María, obtuvo los mejores valores con los tratamientos compost + microorganismos comerciales y bocashi, cuyas raíces de plántulas pesaron 2.94 u 2.91 g en promedio cada uno.

Así mismo, Calle (2005) probando el efecto de sustratos para vivero de cacao en La Paz Bolivia, destacó los tratamientos cuyos sustratos fueron a base de tierra negra + bocashi y tierra negra + bocashi + lombrinaza con promedios de 6.1 y 5.1 g en promedio cada uno.

Finalmente, León (2018) probando un ensayo para evaluar el efecto de diferentes sustratos con abonos y fertilizantes en Aguaytía, determinó que las raíces del tratamiento tierra negra + arena + 200 g de compost lograron un peso promedio de 11.76 g. superior a todos los demás ensayos mencionados.

4.8. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LOS SUSTRATOS.

Al efectuar la evaluación del contenido de nutrientes por sustrato, se observa en el Cuadro 8 respecto al pH, todos los sustratos presentan pH ligeramente alcalino, y en relación al contenido de N disponible, fósforo

disponible, potasio, calcio y magnesio cambiables, los mayores valores fueron encontrados en los tratamientos a base de algas 15 y 20 g por bolsa de sustrato.

Cuadro 8. Contenido nutricional de los sustratos al finalizar el ensayo.

Tratamiento	pH	N	P	K	Ca	Mg
		%				
Alga 0	7.08	1.42	0.25	0.54	1.83	0.19
Alga 5	7.14	1.58	0.38	0.78	1.88	1.58
Alga 10	7.12	1.64	0.40	0.81	1.86	1.64
Alga 15	7.18	1.68	0.22	0.86	2.10	1.68
Alga 20	7.22	1.73	0.49	0.92	2.18	1.73

Fuente: Análisis del sustrato al finalizar el ensayo, INIA (2020).

En general, el presente trabajo ha cumplido con lograr los estándares morfológicos de una plántula de cacao tal como lo menciona Lorena (2005) citado por Cuvi et al., (2013) quien manifiesta que una plántula lista para injerto o siembra en campo definitivo debe tener una altura de 30 a 35 cm, un diámetro de tallo de 7 a 8 mm y de 7 a 9 hojas por planta, mientras que el INIFAP (2011) citado por Cuvi et al., (2013) establece que la plántula debe tener entre 20 a 35 cm de altura, 1 cm de grosor de tallo y entre 5 a 10 hojas por planta.

V. CONCLUSIONES.

Conforme a los objetivos propuestos se concluye que:

1. Hubo una respuesta positiva a la aplicación de diferentes dosis de algas marinas sobre los indicadores de crecimientos de las plántulas de cacao, especialmente en las variables altura de planta, diámetro de tallo, longitud de hoja, número de hojas por planta, área foliar, así como para la longitud y peso de raíces frescas por plántula.

2. Las dosis de 10 y 15 g de algas por bolsa de sustrato sobresalieron en las evaluaciones a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, ya que obtuvieron en la etapa final de evaluación, los siguientes valores: 36.5 y 30.5 cm de altura, 1.13 y 1.13 cm de diámetro, 17.7 y 20.1 cm de longitud de hoja, 14.2 y 15.8 hojas por planta, 130.9 y 154.5 cm^2 de área foliar, así como 37.1 y 37.7 cm de longitud de raíz cada uno y 7.7 y 6.7 g de raíces por planta, por cada tratamiento.

VI. RECOMENDACIONES.

En base a los resultados del trabajo de investigación se recomienda:

1. Probar a nivel comercial las dosis de 10 y 15 gramos algas marinas por bolsa ya que han destacado en el presente trabajo de investigación.

2. Ensayar el efecto de las algas marinas con otras mezclas de sustratos como el compost, que permitan maximizar la eficiencia de absorción de nutrientes por parte de las raíces de las plántulas de cacao.

3. No usar a dosis mayores a 20 g de algas marinas por bolsa de sustrato, ya que perjudican el normal crecimiento de las plántulas de cacao en la fase de vivero.

VII. LITERATURA CONSULTADA.

Arévalo, E.; Zúñiga, L.; Arévalo, C.; Adriazola, J. 2004. *Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía peruana.* Instituto de Cultivos Tropicales. San Martín, Perú. 184 p.

Bejarano, S. 2001. *Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos*. (En línea). Colombia. Consultado 24 de setiembre del 2019. Disponible en: www.holmanbejara-no.tk.humano.ya.com(holbeja)abonos.htm.

Calle, J. 2005. *Efecto de los abonos orgánicos sobre el crecimiento de plantines de cacao (Theobroma cacao L.) en vivero, Sapecho* – Alto Beni Tesis Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia.

CORPOICA. 2001. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*. (en Line). Colombia. (http://www.corpaica.com.col).

CORPOICA. 2007. *Escalamiento, validación y ajuste de tecnologías para la producción masiva de plantas clonales de cacao*. CO. 78 p.

Cuvi, M.; Rodríguez, K.; Carrera, M.; Asanza, S.; Soria. T. 2013. *Efecto de abonos orgánicos en el cultivo de Theobroma cacao L. en vivero del Recinto el Capricho*, Provincia de Napo, Ecuador.

Enríquez, G. 2004. “Cacao orgánico”. *Guía de productores ecuatorianos*. INIAP, manual N° 54. EC. pp. 5-12.

EDUDIS. s.f. Patagonia. Museo virtual (en línea). (Consultado 14 de octubre del 2019): http:/www.unp.edu.ar/museovirtual/Algasmarinas/aplagricu.htm

FAO. 2009. *Organización de las Naciones Unidas*. (en línea) Estados Unidos (http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=291&lang=es)

INFOAGRO. s.f. *Las algas en la agricultura: su uso como fertilizante* (en línea). (Consultado en septiembre 30 del 2018). Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/algas.htm.

INIA. 2009. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*, Revista informativa (en línea) Perú. (http://www.inia.gob.pe/eeas/elporvenir).

INIAP AMAZONIA. 2009. *Unidad de recursos*. Manual N° 76. s.p

León. 2019. *Influencia de la adición de tres dosis de NPK durante la etapa de vivero del cultivo de cacao (Theobroma Cacao L.) en la zona de Aguaytía. Ucayali, Perú* (tesis pre grado). Universidad Nacional de Ucayali

LIGNOQUIM. (2012). *Nutrir es vida*. Guayaquil, EC. 31 p.

Llerena, L.; Berneo, P.; Plaza, C. 2017. *Evaluación de Diferentes Tipos de Sustratos en Vivero de Cacao (Theobroma cacao L.)* International Journal of Science and Engineering Invention (IJSEI) Volume 03 Issue 01 January 2017, page N° 156-165 Available Online at - www.isij.in

Merino, E. 2013. *Efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao (Theobroma cacao L.) Clon CCN- 51*. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María Perú.

Ministerio de Agricultura del Perú. 2004. *"Manual del cultivo de cacao". Programa para el desarrollo de la Amazonía*. PROAMAZONIA. PE, pp. 8-24.

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

Mundo Verde. 2008. Fossil Shell Agro: Fertilizante orgánico. Guayaquil, EC. (Consultado el 12 octubre del 2019). Disponible en: http://www.mundoverde.com.ec/pages/productosAgriculturahtm.

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

Phillips, S.; Enríquez, G. 2002. *Efectos de tamaño de la semilla y fertilización orgánica convencional sobre el diámetro y altura de plántulas de cacao (Theobroma cacao).* Quevedo, Ecuador.

Rodríguez, Y. 2013. *Efecto de la aplicación de seis dosis de algas marinas sobre la germinación y características fenotípicas en cacao (Theobroma cacao L.) en vivero.* Tesis Universidad de Guayaquil Ecuador. 64 p.

Sánchez, E. 2010. *Manual de manejo y fertilizantes de suelos cacaoteros en Satipo.* Municipalidad Provincial de Satipo. Junín, Perú. 51 p.

Soto, M. 2003. *El Proyecto de CATIE/GTZ, el Centro de Investigaciones Agronómicas de la Unidad de Costa Rica de Insumos Agropecuarios no Sintéticos.* Taller de Abonos Orgánicos. Costa Rica.

SUSTRATO, s.f. *Informativo público demostrativo sobre los sustratos para viveros* (en línea). Disponible en: 59475.pdf.sustratovivero.pdf. (Consultado el 19 septiembre del 2018).

VIII. ANEXO.

Cuadro 1A. ANOVA altura de planta a los 30 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	1.69	0.83	0.46	0.64
Tratamientos	4	38.8	9.70	5.33	0.02
Error	8	14.57	1.82		
Total	14	40.5			
	CV = 7.96 %			R^2 = 0.73	

Cuadro 2A. ANOVA altura de planta a los 60 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.48	0.24	0.12	0.88
Tratamientos	4	23.1	5.79	2.97	0.08
Error	8	15.5	1.94		
Total	14	39.2			
	CV = 6.94 %			R^2 = 0.60	

Cuadro 3A. ANOVA altura de planta a los 90 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	25.7	12.8	1.09	0.38
Tratamientos	4	29.1	7.29	0.62	0.66
Error	8	94.4	11.8		
Total	14	40.5			
	CV = 13.5 %			R^2 = 0.36	

Cuadro 4A. ANOVA altura de planta a los 120 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	28.5	14.2	0.74	0.50
Tratamientos	4	90.3	22.5	1.17	0.39
Error	8	154.9	19.3		
Total	14	273.8			
	CV = 13.5 %			R^2 = 0.43	

Cuadro 5A. ANOVA longitud de hoja a los 30 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	4.77	2.38	3.64	0.07
Tratamientos	4	20.60	5.15	7.84	0.007
Error	8	5.25	0.65		
Total	14	30.63			
	CV = 7.47 %			R^2 = 0.82	

Cuadro 6A. ANOVA longitud de hoja a los 60 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	2.63	1.31	3.00	0.10
Tratamientos	4	13.95	3.48	7.96	0.006
Error	8	3.50	0.43		
Total	14	20.09			
	CV = 5.31 %			R^2 = 0.82	

Cuadro 7A. ANOVA longitud de hoja a los 90 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	2.64	1.32	0.94	0.43
Tratamientos	4	32.9	0.22	5.85	0.01
Error	8	11.25	1.48		
Total	14	46.81			
	CV = 8.32 %			R^2 = 0.75	

Cuadro 8A. ANOVA longitud de hoja a los 120 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.009	0.004	0.01	0.99
Tratamientos	4	55.68	13.92	28.72	<0.001
Error	8	3.87	0.48		
Total	14	59.57			
	CV = 4.12 %			R^2 = 0.93	

Cuadro 9A. ANOVA diámetro de tallo a los 30 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.001	0.0006	0.17	0.84
Tratamientos	4	0.004	0.001	0.25	0.90
Error	8	0.032	0.004		
Total	14	0.037			
	CV = 11.5 %		R^2 = 0.14		

Cuadro 10A. ANOVA diámetro de tallo a los 60 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.005	0.002	1.45	0.28
Tratamientos	4	0.013	0.003	1.82	0.21
Error	8	0.014	0.001		
Total	14	0.032			
	CV = 5.83 %		R^2 = 0.56		

Cuadro 11A. ANOVA diámetro de tallo a los 90 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.005	0.002	1.00	0.40
Tratamientos	4	0.010	0.002	1.00	0.46
Error	8	0.021	0.002		
Total	14	0.036			
	CV = 5.65 %		R^2 = 0.42		

Cuadro 12A. ANOVA diámetro de tallo a los 120 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.004	0.002	1.00	0.40
Tratamientos	4	0.020	0.005	2.50	0.12
Error	8	0.016	0.002		
Total	14	0.040			
	CV = 4.06 %		R^2 = 0.60		

Cuadro 13A. ANOVA número de hojas a los 30 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.021	0.010	0.04	0.96
Tratamientos	4	2.23	0.55	2.00	0.17
Error	8	2.14	0.26		
Total	14	4.39			
	CV = 14.4 %			R^2 = 0.51	

Cuadro 14A. ANOVA número de hojas a los 60 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.22	0.11	0.33	0.73
Tratamientos	4	5.11	1.27	3.70	0.05
Error	8	2,76	0.34		
Total	14	8.09			
	CV = 11.1 %			R^2 = 0.65	

Cuadro 15A. ANOVA número de hojas a los 90 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.28	0.14	0.31	0.74
Tratamientos	4	16.48	4.12	8.79	0.005
Error	8	3.75	0.46		
Total	14	20.52			
	CV = 8.04 %			R^2 = 0.81	

Cuadro 16A. ANOVA número de hojas a los 120 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	1.13	0.56	0.26	0.77
Tratamientos	4	28.64	7.16	3.24	0.07
Error	8	17.67	2.20		
Total	14	47.45			
	CV = 11.11 %			R^2 = 0.62	

Cuadro 17A. ANOVA Área foliar a los 30 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	10.5	5.2	0.15	0.86
Tratamientos	4	1792.5	444.1	12.8	0.001
Error	8	278.1	34.7		
Total	14	2081.2			
	CV = 10.0%		R^2 = 0.86		

Cuadro 18A. ANOVA Área foliar a los 60 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	76.8	38.4	1.19	0.35
Tratamientos	4	1055.1	263.7	8.15	0.006
Error	8	258.8	32.3		
Total	14	1390.8			
CV = 8.04 %		R^2 = 0.81			

Cuadro 19A. ANOVA área foliar a los 90 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	284.9	102.4	1.23	0.34
Tratamientos	4	2141.2	535.3	6.42	0.01
Error	8	667.4	83.4		
Total	14	3013.6			
	CV = 10.3 %		R^2 = 0.77		

Cuadro 20A. ANOVA área foliar a los 120 días.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	90.4	45.2	1.05	0.39
Tratamientos	4	5795.6	1448.9	33.7	<0.0001
Error	8	343.7	42.9		
Total	14	6229.8			
	CV = 5.35 %		R^2 = 0.94		

Cuadro 21A. ANOVA longitud de raíz.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	10.36	5.18	1.65	0.25
Tratamientos	4	126.14	31.5	10.02	0.003
Error	8	25.18	3.14		
Total	14	161.68			
	CV = 5.12 %			R^2 = 0.84	

Cuadro 22A. ANOVA Peso de raíz.

Variables	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.28	0.14	0.15	0.86
Tratamientos	4	21.91	5.47	5.71	0.01
Error	8	7.67	0.95		
Total	14	29.87			
	CV = 16.09 %			R^2 = 0.74	



Figura 1A. Preparación de sustrato para el llenado de las bolsas.



Figura 2A. Mezcla de sustrato con algas marinas.



Figura 3A. Llenado de bolsa con dosis de 5, 10, 15 y 20 g de algas marinas.



Figura 4A. Llenado de bolsas sin algas marinas.



Figura 5A. Acomodo de bolsas por tratamiento y repeticiones.



Figura 6A. Vista general de los tratamientos con las tres repeticiones.



Figura 7A. Plántulas a los 4 días con 10 g de algas marinas por bolsa.



Figura 8A. Vista general de las plántulas a los 15 días.



Figura 9A. Vista de los tratamientos con algas marinas a los 30 días.



Figura 10A. Vista del campo experimental a los 60 días.



Figura 11A. Identificación del ensayo con su respectivo letrero.



Figura 12A. Tesista evaluando la altura de la planta.



Figura 13A. Realizando conteo de hojas de todas las unidades experimentales.



Figura 14A. Visita de Ing. Pablo Villegas, Jurado de tesis.



Figura 15A. Tesista evaluando el diámetro del tallo.



Figura 16A. Evaluando longitud de raíz de las plantas al finalizar la tesis.



Figura 17A. Diferencia radicular entre tratamientos de la primera repetición.



Figura 18A. Diferencia radicular entre tratamientos de la segunda repetición.



Figura 19A. Diferencia radicular entre tratamientos de la tercera repetición.



Figura 20A. Evaluando peso radicular.



PERÚ | Ministerio de Agricultura | Instituto Nacional de Innovación Agraria | Estación Experimental Agraria Pucallpa

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos

Solicitante: Isaías Rosales Santamaría
Tipo de Muestra: Sustrato
Dirección: U.N.U
Fecha de Muestreo: 27/12/2019
Fecha de Emisión de Resultados: 15/01/2020

Tipo de Análisis: Macroelementos
Colector: El Solicitante
Procedencia: U.N.U

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Nº	Código	pH (H2O)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	P (%)	N (%)
1	R2/TO	7.08	0.54	1.83	0.19	0.25	1.42
2	R1/T1	7.14	0.78	1.88	0.30	0.38	1.58
3	R1/T2	7.12	0.81	1.86	0.26	0.45	1.64
4	R3/T3	7.18	0.88	2.10	0.15	0.22	1.68
5	R1/T4	7.22	0.92	2.18	0.21	0.49	1.73

Metodología
K,Ca, Mg, P: Digestión Vía seca
K,Ca, Mg : Método del EAA
N : Método Micro Keldahl
pH : Muestra/agua 1:2.5
P : Método metabanadato color amarillo

Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Agraria Pucallpa

Lab. de Análisis de Suelos y Tejidos Vegetales

Ing. Edinson Eduardo López Gálan
Laboratorio de Análisis de Suelos y Tejidos Vegetales

Carretera Federico Basadre Km 4.00, Casilla Nº 203, Pucallpa- Perú
Teléfono: (511) 061 57-1913 / Telefax: 061 57-5009, http//:www.inia.gob.pe, e-mail: pucallpa@inia.gob.pe

Figura 21A. Análisis de suelo al finalizar la tesis.