



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación

“Efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos”

Autor:

Freddy Jonathan Noboa Tobar

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos, M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Freddy Jonathan Noboa Tobar**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

Freddy Jonathan Noboa Tobar
Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

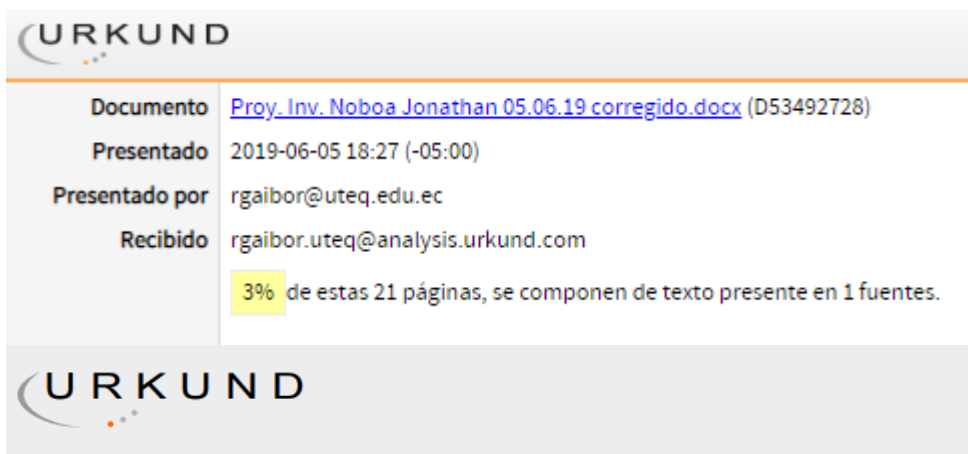
El suscrito **Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Freddy Jonathan Noboa Tobar**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos, M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos**”, perteneciente al estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica **Freddy Jonathan Noboa Tobar**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 3%.



The image shows a screenshot of the URKUND web interface. At the top, the URKUND logo is displayed. Below it, a table-like structure shows the following information: Document: [Proy. Inv. Noboa Jonathan 05.06.19 corregido.docx](#) (D53492728); Presented: 2019-06-05 18:27 (-05:00); Presented by: rgaibor@uteq.edu.ec; Received: rgaibor.uteq@analysis.orkund.com. A yellow highlight is placed on the text '3%' in the summary line: '3% de estas 21 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.' The URKUND logo is repeated at the bottom of the screenshot.

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Proy. Inv. Noboa Jonathan 05.06.19 corregido.docx (D53492728)
Submitted: 6/6/2019 1:27:00 AM
Submitted By: rgaibor@uteq.edu.ec
Significance: 3 %

Sources included in the report:

Proy. Inv. Noboa Jonathan 04.06.19.docx (D53447363)

Instances where selected sources appear:

2

Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos, M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniero Agrónomo

Aprobado por:

Ing. César Varas Maenza, M. Sc.
Presidente del Tribunal

Ing. Moisés Menace Almea, M. Sc.
Miembro del Tribunal

Ing. Javier Guevara Santana, M. Sc.
Miembro del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar a mi lado dándome sus bendiciones y no permitir que me rinda.

A mis padres y hermanas que siempre han estado a mi lado durante toda mi etapa de estudios y darme su amor y consejos para no decaer y continuar hasta cumplir mis metas.

Al Ing. M. Sc. Luis Llerena Ramos por su colaboración en la presente investigación.

A los miembros del Tribunal de Sustentación: Ing. César Varas Maenza, M. Sc., Ing. Moisés Menace Almea, M. Sc e Ing. Javier Guevara Santana, M. Sc. por las respectivas sugerencias en la redacción del presente Proyecto de Investigación.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UTEQ, que con sus enseñanzas he logrado obtener conocimientos que serán de gran ayuda en mi vida profesional.

Freddy Jonathan Noboa Tobar

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios por sus bendiciones, y no dejarme rendir en los momentos más difíciles, y permitir que mis padres, demás familiares, y mis amigos estén a mi lado.

A mis padres, por haberme dado la vida y guiarme siempre por el buen camino, gracias a sus consejos y por depositar su entera confianza en mí.

A mis hermanos y demás familia, por alentarme a salir adelante ante cada dificultad que se pueda presentar en la vida.

Freddy Jonathan Noboa Tobar

RESUMEN

En el mercado existen muchos productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos, es por ello que es necesario identificar el de mejor respuesta en los cultivos, en este caso en la estimulación de plántulas de cacao en vivero. Considerando lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao en etapa de vivero. La investigación se llevó a cabo en terrenos de la finca “La Rebeldía”, localizada en el Km. 1.5 de la vía Chipe – Valencia. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones, y la prueba de Tukey para la comparación de medias. Se registraron datos de altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm) y número de hojas por planta a los 30, 50 y 70 días, longitud radicular a los 70 días (cm), porcentaje de sobrevivencia y el respectivo análisis económico. Los resultados obtenidos reflejaron que Algaser Plus produjo las plántulas más altas con 21.73 cm a los 30 días, 30.65 cm a los 50 días y 51.53 cm a los 70 días, y tallos más gruesos con 1.53, 1.76 y 2.00 cm, a los 30, 50 y 70 días, respectivamente. La emisión foliar fue potenciada al aplicarse Algaser Plus presentando 3.78 hojas a los 30 días, incrementándose en 3.60 y 12.37 para los 50 y 70 días, correspondientemente. Al aplicarse Algaser Plus se observó un mayor desarrollo radicular con 26.93 cm y mayor sobrevivencia con un 92.50% de plantas vivas al final del ensayo, generando una rentabilidad de 44.98 %.

Palabras claves: plántulas de cacao, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos.

SUMMARY

In the market there are many products based on humic and fulvic acids, which is why it is necessary to identify the best response in crops, in this case in the stimulation of cocoa seedlings in nursery. Considering the above, the present study aimed to evaluate the effect of the application of three products based on humic and fulvic acids on the growth and development of cocoa seedlings in the nursery stage. The investigation was carried out on land belonging to the "La Rebeldía" farm, located at Km. 1.5 of the Chipec - Valencia highway. A completely randomized design was used with four treatments in four repetitions, and the Tukey test for the comparison of means. Data on plant height (cm), stem diameter (cm) and number of leaves per plant at 30, 50 and 70 days, root length at 70 days (cm), survival percentage and the respective economic analysis were recorded. The results obtained showed that Algaser Plus produced the highest seedlings with 21.73 cm at 30 days, 30.65 cm at 50 days and 51.53 cm at 70 days, and thicker stems at 1.53, 1.76 and 2.00 cm, at 30, 50 and 70 days, respectively. Foliar emission was enhanced when Algaser Plus was applied, presenting 3.78 leaves at 30 days, increasing by 3.60 and 12.37 for 50 and 70 days, correspondingly. When applying Algaser Plus a greater root development was observed with 26.93 cm and greater survival with 92.50% of live plants at the end of the trial, generating a profitability of 44.98%.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| Declaración de autoría y cesión de derechos | ii |
| Certificación de culminación del Proyecto de Investigación | iii |
| Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico | iv |
| Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación | v |
| Agradecimientos | vi |
| Dedicatoria..... | vii |
| Resumen | viii |
| Summary..... | ix |
| Tabla de contenido..... | x |
| Índice de Tablas..... | xiv |
| Índice de Anexos | xv |
| Código Dublín | xvi |
| Introducción..... | 1 |

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|--|---|
| 1.1. Problematización | 3 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema | 3 |
| 1.1.2. Formulación del problema..... | 3 |
| 1.1.3. Sistematización del problema..... | 3 |
| 1.2. Objetivos | 4 |
| 1.2.1. Objetivo general | 4 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 4 |
| 1.3. Justificación..... | 5 |

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

| | | |
|----------|--|----|
| 2.1.1. | Historia del cacao | 7 |
| 2.1.2. | Descripción del cacao..... | 9 |
| 2.1.3. | Requerimientos de clima y suelo del cacao..... | 10 |
| 2.1.3.1. | Clima | 10 |
| 2.1.3.2. | Suelo..... | 12 |
| 2.1.4. | Usos del cacao | 14 |
| 2.1.5. | Importancia del cultivo de cacao..... | 14 |
| 2.1.6. | Vivero de cacao | 16 |
| 2.1.7. | Bioestimulantes | 17 |
| 2.1.8. | Ácidos húmicos y fúlvicos | 18 |
| 2.1.8.1. | Ácidos húmicos | 19 |
| 2.1.8.2. | Ácidos fúlvicos..... | 20 |
| 2.1.9. | Algaser Plus..... | 21 |
| 2.1.10. | Pow Humus | 21 |
| 2.1.11. | Humi Rossi 20..... | 22 |
| 2.1.12. | Análisis económico y costos | 23 |
| 2.1.13. | Rentabilidad..... | 23 |

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

| | | |
|------|---|----|
| 3.1. | Localización de la investigación | 26 |
| 3.2. | Tipo de investigación | 26 |
| 3.3. | Métodos de investigación..... | 26 |
| 3.4. | Fuentes de recopilación de la información..... | 26 |
| 3.5. | Diseño experimental y análisis estadístico..... | 26 |

| | | |
|--|--|----|
| 3.5.1. | Especificaciones del experimento | 27 |
| 3.6. | Instrumentos de investigación | 27 |
| 3.6.1. | Tratamientos estudiados | 27 |
| 3.6.2. | Manejo del experimento | 28 |
| 3.6.2.1. | Preparación del terreno..... | 28 |
| 3.6.2.2. | Elaboración del sustrato | 28 |
| 3.6.2.3. | Llenado de fundas | 28 |
| 3.6.2.4. | Siembra..... | 29 |
| 3.6.2.5. | Riego | 29 |
| 3.6.2.6. | Fertilización..... | 29 |
| 3.6.2.7. | Control de malezas | 29 |
| 3.6.2.8. | Control de plagas y enfermedades..... | 29 |
| 3.6.3. | Variables evaluadas | 30 |
| 3.6.3.1. | Altura de planta (cm)..... | 30 |
| 3.6.3.2. | Diámetro del tallo (cm) | 30 |
| 3.6.3.3. | Número de hojas..... | 30 |
| 3.6.3.4. | Longitud radicular (cm)..... | 30 |
| 3.6.3.5. | Sobrevivencia | 30 |
| 3.6.3.6. | Análisis económico | 30 |
| 3.7. | Recursos humanos y materiales | 31 |
| 3.7.1. | Recursos humanos | 31 |
| 3.7.2. | Recursos materiales | 31 |
| | | |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | |
| 4.1. | Resultados | 33 |

| | | |
|--------|-------------------------------|----|
| 4.1.1. | Altura de planta (cm)..... | 33 |
| 4.1.2. | Diámetro del tallo (cm) | 34 |
| 4.1.3. | Número de hojas..... | 35 |
| 4.1.4. | Longitud radicular (cm)..... | 36 |
| 4.1.5. | Sobrevivencia (%) | 36 |
| 4.1.6. | Análisis económico | 37 |
| 4.2. | Discusión..... | 38 |

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|------|----------------------|----|
| 5.1. | Conclusiones | 41 |
| 5.2. | Recomendaciones..... | 41 |

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

| | | |
|------|------------------------|----|
| 6.1. | Literatura citada..... | 43 |
|------|------------------------|----|

CAPÍTULO VII. ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabla 1. | Altura de planta (cm)..... | 33 |
| Tabla 2. | Diámetro del tallo (cm) | 34 |
| Tabla 3. | Número de hojas por planta | 35 |
| Tabla 4. | Longitud radicular (cm) | 36 |
| Tabla 5. | Sobrevivencia de plántulas..... | 37 |
| Tabla 6. | Análisis económico de los tratamientos estudiados | 37 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Análisis de varianza de la altura de planta a los 30 días..... | 48 |
| Anexo 2. Análisis de varianza de la altura de planta a los 50 días..... | 48 |
| Anexo 3. Análisis de varianza de la altura de planta a los 70 días..... | 48 |
| Anexo 4. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 30 días..... | 48 |
| Anexo 5. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 50 días..... | 49 |
| Anexo 6. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 70 días..... | 49 |
| Anexo 7. Análisis de varianza del número de hojas por planta a los 30 días..... | 49 |
| Anexo 8. Análisis de varianza del número de hojas por planta a los 50 días..... | 49 |
| Anexo 9. Análisis de varianza del número de hojas por planta a los 70 días..... | 50 |
| Anexo 10. Análisis de varianza de la longitud radicular a los 70 días..... | 50 |
| Anexo 11. Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia..... | 50 |
| Anexo 12. Datos obtenidos de las variables evaluadas..... | 51 |
| Anexo 13. Sustrato utilizado en el ensayo..... | 52 |
| Anexo 14. Llenado de fundas..... | 52 |
| Anexo 15. Extracción de las semillas para la siembra..... | 53 |
| Anexo 16. Emergencia de plántulas..... | 53 |
| Anexo 17. Plántulas de cacao a los 20 días..... | 54 |
| Anexo 18. Primera evaluación del diámetro del tallo..... | 54 |
| Anexo 19. Distribución de las plántulas en el ensayo..... | 55 |
| Anexo 20. Aplicación de los productos en estudio..... | 55 |
| Anexo 21. Aplicación de fertilizante edáfico..... | 56 |
| Anexo 22. Segunda evaluación del diámetro del tallo..... | 56 |

CÓDIGO DUBLÍN

| | |
|-----------------------------|---|
| Título: | Efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos |
| Autor: | Freddy Jonathan Noboa Tobar |
| Palabras clave: | Plántulas de cacao, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos. |
| Fecha de publicación | |
| Editorial: | |
| Resumen: | <p>En el mercado existen muchos productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos, es por ello que es necesario identificar el de mejor respuesta en los cultivos, en este caso en la estimulación de plántulas de cacao en vivero. Considerando lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao en etapa de vivero. La investigación se llevó a cabo en terrenos de la finca “La Rebeldía”, localizada en el Km. 1.5 de la vía Chipe – Valencia. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones, y la prueba de Tukey para la comparación de medias. Se registraron datos de altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm) y número de hojas por planta a los 30, 50 y 70 días, longitud radicular a los 70 días (cm), porcentaje de sobrevivencia y el respectivo análisis económico. Los resultados obtenidos reflejaron que Algaser Plus produjo las plántulas más altas con 21.73 cm a los 30 días, 30.65 cm a los 50 días y 51.53 cm a los 70 días, y tallos más gruesos con 1.53, 1.76 y 2.00 cm, a los 30, 50 y 70 días, respectivamente. La emisión foliar fue potenciada al aplicarse Algaser Plus presentando 3.78 hojas a los 30 días, incrementándose en 3.60 y 12.37 para los 50 y 70 días, correspondientemente. Al aplicarse Algaser Plus se observó un mayor desarrollo radicular con 26.93 cm y mayor sobrevivencia con un 92.50% de plantas vivas al final del ensayo, generando una rentabilidad de 44.98 %.</p> |
| Descripción: | |
| Url | |

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L) es un cultivo originario de América que ha sido difundido en el mundo; es utilizado como materia prima para diversos productos de la agroindustria. Tiene gran importancia en la economía de los países productores por ser un producto muy cotizado en los mercados. Este cultivo se enfrenta a limitantes tecnológicas que se muestran en bajo rendimiento y calidad. Los nuevos nichos de mercado exigen atributos tecnológicos, tales como tamaño, color de las semillas y porcentaje de grasa; como también atributos organolépticos como el sabor y aroma especiales que podrían encontrarse en las plantaciones nativas e híbridas, conllevando a la consecución y adopción de nuevas tecnologías de producción.

Las plantas no sólo necesitan, para crecer, agua, nutrientes del suelo, luz solar y bióxido de carbono atmosférico; ellas, como otros seres vivos, necesitan de otras sustancias como aminoácidos, enzimas, hormonas para lograr un crecimiento armónico, esto es, pequeñas cantidades de sustancias que se desplazan a través de sus fluidos regulando su crecimiento. Ante esto se tienen a los productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos como una fuente de nutrición foliar vegetal que traen consigo múltiples beneficios para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En el caso de las plántulas de cacao, éstas necesitan ser estimuladas desde temprana edad para de este modo influenciar en su desarrollo, asegurando así la resistencia de éstas a la manipulación y trasplante, ya que es ampliamente reconocido que las plantas vigorosas presentan una mejor capacidad de adaptación y supervivencia a las condiciones de intemperie en campo definitivo.

Con el uso de productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos, la producción de plantones en viveros se hace más eficiente, ya que estos permiten obtener plantas vigorosas las mismas que por tener cualidades especiales, vigor y mayor resistencia a las plagas y enfermedades, se desarrollan con más rapidez esto hace que los plantones reúnan rápidamente todas las características para ir al campo definitivo. El futuro de una plantación está asegurado con la calidad de los plantones que se obtienen y para esto interesa mucho que la aplicación de productos promueva el desarrollo de las plántulas.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización

1.1.1. Planteamiento del problema

La obtención de plántulas con las mejores características posibles en cuanto a resistencia y adaptación en campo abierto, es el mayor reto para las viveristas, ya que es ampliamente reconocido que cuando se utilizan plántulas frágiles, éstas se mueren en campo abierto, lo que a su vez representa un gasto innecesario dentro de un sistema de producción. Con el pasar del tiempo se ha ido uniendo esfuerzos por parte de técnicos de campo, en la consecución y adopción de tecnologías de producción que ayuden a mitigar dicha problemática.

La utilización de ácidos húmicos y fúlvicos ha captado la atención de muchas personas dedicadas a la producción de plántulas de cacao, sin embargo, no se tiene información de referencia sobre los efectos de productos a base de dichos ácidos sobre plántulas de cacao en etapa de vivero, es por ello que se hace necesaria la ejecución de una investigación orientada a dar respuesta a dicha interrogante, ya que existen muchos productos comerciales, pero en ciertos casos no todos producen la misma respuesta en las plantas, debido a variantes en su composición, así como en la forma de asimilación de estos productos por parte del cultivo, y en el caso de la etapa de vivero, por parte de las plántulas que se estén produciendo dentro del mismo.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao en etapa de vivero??

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál es el tratamiento que permita obtener plántulas de mayor altura y con tallos de mayor grosor?

¿Cuál es la respuesta de la emisión foliar de las plántulas a la aplicación de los productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos?

¿Qué tratamiento produce el mayor beneficio económico para los productores?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao en etapa de vivero.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el tratamiento que permita obtener plántulas de mayor altura y grosor del tallo.
- Establecer la respuesta de la emisión foliar de las plántulas a la aplicación de los productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3. Justificación

La presente investigación se justifica mediante la evaluación de diferentes productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos en la búsqueda del que mejor respuesta en las plantas produzca, para de esta manera tener en cuenta al momento de producir plántulas en un vivero, a fin de mitigar efectos adversos de condiciones tanto ambientales, como de manejo, al tenerse unas plantas de mejores características que contribuyen a un mejor vigor, y por ende a una mayor apreciación por partes de los compradores.

Los productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos han demostrado grandes beneficios para la agricultura, sin embargo, existe una variedad de productos a base de dichas sustancias en el mercado, por lo que se hace necesaria la evaluación de los mismos a fin de contribuir a una buena elección en beneficio de las plantas en condiciones de vivero. Es por ello que los resultados de la presente investigación servirán de ayuda para los viveristas, quienes son los principales beneficiarios de la misma, ya que al evaluarse estos productos se podrá generar conocimiento de este tipo de productos que en ciertos casos ni siquiera se los considera como generadores de buenos resultados en las plantas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. Historia del cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) fue el nombre dado por Carl von Linne quien clasificó por primera vez el árbol del cual provienen las semillas de cacao (Soraya, 2009). Es un cultivo tropical originario de la región amazónica (cuenca alta del río Amazonas) que en la actualidad comprende territorios de los países Ecuador, Colombia, Brasil, Perú y Bolivia (Guamán, 2007).

Cuando los españoles llegaron a América encontraron el cacao en México, importante centro de dispersión de la especie. Los aborígenes lo usaban desde tiempos remotos para hacer bebidas y como alimento mezclado con maíz. También era utilizado como moneda en las transacciones comerciales. Actualmente es cultivado en la mayoría de los países tropicales, en una zona comprendida entre los 20° de latitud norte y los 20° de latitud sur (Enríquez, 2004).

Existen otras certezas en la historia que dicen que la transformación del cacao empezó a cultivarse y consumirse por los Toltecas, Aztecas y Mayas. Ellos fueron unas civilizaciones que habitaron en el territorio que actualmente comprende México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán) y en América Central (Belize, Guatemala, Honduras y El Salvador). Por lo menos un milenio antes del descubrimiento de América, estuvieron quienes le daban un gran valor y significado a las semillas, los mismos que además la usaban como moneda y como alimento nutricional, dando gran realce a este grano en dicha época (García, 2014).

En cuanto a la historia de los mayas, al igual con los Olmecas (1200 – 400 AC), habían establecido una extensa región que va desde la península de Yucatán (México) en América Central hasta la región de Chiapas, Tabasco y la costa de Guatemala en el Pacífico. Los Mayas llamaban al árbol de cacao “Ka´kaw”, frase que fue relacionada con el fuego (kakh), sabor escondido por sus almendras. Al chocolate solían llamarlo “Chocolhaa”, ó agua (haa) amarga (chocol). Así mismo para estas culturas el cacao simbolizaba vigor físico y longevidad (García, 2014).

FAO e IICA (2008), indican que, durante la época de La Colonia, el cacao en el Ecuador se expandió principalmente en 4 zonas ecológicas:

- La zona denominada como “Arriba” que comprende la zona de la cuenca baja del río Guayas, básicamente las actuales provincias de Los Ríos y Guayas;
- La zona de Manabí, con el cacao llamado de Bahía, que corresponde a la zona húmeda de la provincia de Manabí;
- Zona de Naranjal, hacia el sur, que comprende una pequeña parte de la provincia del Guayas y la provincia de El Oro;
- Zona de Esmeraldas, que tenía un cacao acriollado muy especial, al que se le denominaba esmeraldas

En el Ecuador, a inicios de los años 1600 ya en ese entonces había pequeñas plantaciones de árboles de cacao a orillas del río Guayas. Estas se esparcieron a lo largo del afluente de Babahoyo y de Daule, lo que originó el nombre de “cacao arriba” en los mercados internacionales. Cacao, que en la variedad nacional se lo reconoce por tener una fermentación corta. Como resultado se obtiene un chocolate de buen sabor y aroma. Así es país fue convirtiéndose en productor de cacao arriba y reconocido mundialmente por su aroma floral. Es netamente producido por Ecuador. Se lo hace con el nombre de cacao nacional y, hoy se sabe que es originario de los árboles forasteros amazónicos (García, 2014).

El Ecuador fue el mayor exportador mundial de cacao durante el período 1880 – 1915, perdiendo este estatus debido al ataque de dos enfermedades conocidas como la monilia (*Moniliophthora roreri*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*). Entre 1915 y 1930 la producción disminuyó en un 63% (Quingaísa, 2007). Sin embargo, después de la crisis ocasionada por las enfermedades, la producción de cacao ha experimentado una recuperación notable con la siembra de materiales resistentes, especialmente a la escoba de bruja, dentro de los que destaca nítidamente el clon del híbrido denominado CCN-51 (Colección Castro Naranjal) desarrollado en el año 1960 por Homero Castro Zurita, en su finca “Theobroma” localizada en Naranjal, cuyos primeros fueron sembrados en la Hacienda “Sofía” de Naranjal y de propiedad del Sr. César Amador Baquerizo (Carrión, 2012).

Ecuador produce desde hace 500 años el mejor Cacao Fino de aroma indispensable en la elaboración de chocolates finos de las más afamadas marcas del mundo. El país exporta más del 77% del cacao al mundo. Los belgas, que se dice son los mejores chocolates del mundo, se llevan un gran porcentaje de este cacao para su elaboración propia y luego llega en grandes bolsas para ser vendidas a gran precio en el país y sobre todo en América (Carrión, 2012).

2.1.2. Descripción del cacao

Los árboles de cacao tienen un aspecto muy distintivo: árboles, aunque no son especialmente altos, con una altura media de 10 metros a 20 metros. Sus tallos, al igual que muchos árboles de la selva, tiene una corteza rugosa, de color café grisáceo que generalmente está cubierta con manchas de color diferente líquenes y hongos. Las hojas maduras son grandes y brillantes, pero las hojas jóvenes son blandas y de color rojizo, convirtiendo gradualmente verde y fuerte a medida que maduran. Desde Cacao no arroja todas sus hojas jóvenes y maduras se encuentra creciendo lado a lado en el mismo árbol. Se supone que el aspecto flácido de las hojas inmaduras sirve como una especie de mecanismo de defensa pasiva, señalando a los depredadores potenciales que no vale la pena comiendo. Mucho más sorprendente, aunque son la aparición de sus flores y frutos, que emergen directamente del tallo y las ramas mayores (Sacred Earth, 2014).

Las diminutas flores rosáceas aparecen en racimos " en cauliflorous ex axilas de las hojas que en las temporadas anteriores brotaron hojas. Las flores son más bien de corta duración, que dura sólo por un día y su fertilidad sólo dura desde la salida hasta la puesta del sol de ese día. Si ellos no son polinizados dentro de ese período se acaba de dejar. Cacao es auto-incompatibles y por lo tanto no pueden polinizar sí mismo. Tampoco la ayuda del viento con la tarea, ya que el polen es demasiado pesada y pegajosa para que el viento lleva y él. Por lo tanto, se cree que la tarea se lleva a cabo por diversas especies de pequeños insectos (Sacred Earth, 2014).

Una vez polinizada la flor se convierte en una cápsula oblonga aspecto extraño que se estrecha en ambos extremos y se asemeja a una especie de calabaza. Las vainas vienen en

todo tipo de colores y tamaños dependiendo de la especie. Algunos son sólo cuatro pulgadas de largo, mientras que otros crecen hasta doce pulgadas (Sacred Earth, 2014).

Los frutos jóvenes son de color verde antes de girar gradualmente de color amarillo, naranja, rojo o púrpura a medida que maduran. La maduración se produce aproximadamente a los cinco a seis meses. Dependiendo de la especie de los frutos pueden ser acanalados y de piel gruesa o lisa y de piel fina. Son un alimento favorito de los monos, que aman la pulpa de la fruta dulce y amargo en el que están incrustadas las semillas. Cada vaina contiene entre veinte y sesenta, semillas blancas lisas, que pierden su viabilidad si la pulpa se elimina y las semillas se secan (Batista, 2009).

Las semillas son la parte más valiosa de la planta, ya que proporcionan el material de partida para lo que al final es llegar a ser el chocolate. Los árboles maduros comienzan a producir frutos después de unos cinco años. Pueden vivir más de 200 años, aunque comercialmente se consideran productivo para sólo unos veinticinco años (Sacred Earth, 2014).

2.1.3. Requerimientos de clima y suelo del cacao

El crecimiento, el desarrollo y la buena producción del árbol de cacao, están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales y el suelo donde se cultiva. Factores climáticos como la temperatura, la precipitación, el viento y la radiación solar, afectan los procesos fisiológicos de la planta como la nutrición, la floración y la fructificación, considerados factores importantes para la producción (Salvador, Espinoza, & Rojas, 2012).

2.1.3.1. Clima

La temperatura, así como sus fluctuaciones estacionales o diarias, afecta a los procesos fisiológicos más importantes de las plantas y, particularmente, en el cacao ejerce un efecto sobre el ritmo de los brotes foliares, superficie foliar total, crecimiento secundario y floración (Gómez & Azócar, 2002).

La distribución mundial del cultivo está limitada, en gran parte, por los rangos restringidos de temperatura bajo los cuales prospera la planta. A escala comercial, las temperaturas

favorables pueden fijarse en 15 °C como mínimo de media mensual y en 30 °C como máximo. La mínima absoluta puede ser de 10 °C y la temperatura óptima alrededor de 25,5 °C (Reyes & Capriles, 2000).

La formación de flores tiene su óptimo alrededor de los 27 °C, pero temperaturas constantes de 31 °C durante el día y la noche impiden la floración. El efecto de las bajas temperaturas se refleja en la tasa de crecimiento vegetativo, en el desarrollo de los frutos y en la intensidad de la floración (Gómez & Azócar, 2002).

El suministro de agua para los procesos metabólicos del cacao es importante, porque este cultivo reacciona negativamente ante la ausencia de humedad (Salvador, Espinoza, & Rojas, 2012). El crecimiento y la producción del cacao están determinados no sólo por la abundancia de las precipitaciones, sino también por su distribución durante el año. En algunas zonas, el volumen, así como la distribución de la cosecha están regulados por la lluvia más que por cualquier otro de los factores ecológicos (Gómez, 2010).

La mayoría de las zonas productoras de cacao presentan precipitaciones entre 1.200 y 2.500 mm por año, aunque en realidad se cultiva dentro de límites muchos más amplios. Se pueden mencionar algunas regiones como Nueva Guinea, donde se cultiva el cacao, aunque en baja cantidad, con precipitaciones que se aproximan a los 5.000 mm por año, o algunas regiones de Venezuela (Chua, Choroní), donde la precipitación anual es del orden de los 800 mm repartidos en seis meses, donde se cultiva bajo riego (Gómez & Azócar, 2002).

La humedad relativa suele ser muy alta en áreas cacaoteras y esto se ha señalado, frecuentemente, como una condición necesaria para su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, las condiciones de alta humedad y alta temperatura son también favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas que afectan al cacao (Gómez, 2010).

Las plantaciones expuestas a continuos vientos, son afectadas en el proceso de fotosíntesis, a causa de la pérdida de agua en la planta. Cuando la velocidad del viento excede los 4 m/seg., provoca caída de flores, hojas y algunas veces ruptura de ramas. En zonas donde la velocidad del viento es de 1 a 2 m/seg., no se observan dichos problemas. Los vientos fuertes y la sombra escasa, producen secamiento y/o caída prematura de hojas (Salvador, Espinoza, & Rojas, 2012).

2.1.3.2. Suelo

La productividad del cultivo de cacao depende de un suelo apropiado. En un suelo sin los requisitos mínimos para el desarrollo adecuado de la planta, el cultivo no se comportará de manera óptima, aunque se utilicen semillas de las mejores características genéticas. Para conseguir una productividad alta del cultivo de cacao se requiere de suelos con buenas características físicas, químicas y biológicas (Salvador, Espinoza, & Rojas, 2012).

Con relación a las propiedades físicas y químicas, el cultivo requiere de suelos profundos, con buen contenido de materia orgánica, nutrientes minerales y que no contengan obstáculos, tales como piedras y gravas, que impidan el buen desarrollo radicular. El sistema de raíces laterales del cacao se extiende radialmente y de ellas crecen raicillas que exploran la capa superficial mientras que la raíz principal explora las capas inferiores del suelo a profundidades de hasta 3 (Gómez & Azócar, 2002).

En suelos de textura arcillosa, la penetración de las raíces se ve limitada dependiendo de los minerales que constituyan esta fracción. Las arcillas más pesadas, incluyendo las constituidas por minerales arcillosos como los del grupo de la montmorillonita son, en general, inconvenientes para este cultivo. La fracción arcillosa de la mayoría de los suelos en los trópicos húmedos se compone de arcillas caoliníticas y de óxidos de hierro y de aluminio, las cuales proporcionan un medio físico ideal para el desarrollo de las raíces del cacao. Las mejores condiciones las presentan los terrenos franco-arcillosos (Gómez & Azócar, 2002).

La humedad del suelo es la mayor limitante, ya que suelos mal drenados favorecen la presencia de microorganismos patogénicos que ocasionan pudrición y muerte de las raíces. Es importante resaltar que un suelo bien drenado reduce el número y la actividad de algunos patógeno oomycetos. Además, la apropiada fertilización o enmiendas del suelo de acuerdo con los valores recomendados para la planta pueden conducir a cambios del pH y disponibilidad de nutrientes para el hospedero, influenciando desfavorablemente el desarrollo de los patógenos (Jaimes & Aranzazu, 2010).

El mayor porcentaje de raíces activas del cacao, encargadas de la absorción de agua y nutrientes, se encuentran en los primeros 30 cm., del suelo; por esta razón, se recomienda la

protección del suelo a través del mantenimiento de cobertura vegetal (mulch, cobertura viva). Así como, evitar el uso de palanas para el deshierbo, ya que pueden cortar las raíces superficiales del cacao (Salvador, Espinoza, & Rojas, 2012). Sin embargo, el cacao es capaz de adaptarse a los más variados tipos de suelo, incluso en aquellos cuyo contenido de nutrientes es muy bajo. En estos suelos la producción suele ser muy limitada, pero se pueden lograr rendimientos medios si el cultivo se mantiene bajo un adecuado sombraje y si los demás factores ecológicos son favorables (Barry Callebaut, 2017).

Según Jaimes & Aranzazu (2010).un adecuado suelo para el cultivo del cacao requiere:

- Valores de pH cercanos a 6.2
- Sumas de bases alrededor de 12 cmol/100 g
- Contenido de fósforo (P) de 20-25 mg/dm³
- Saturación de bases cercana a 60%
- Materia orgánica por encima de 3.5%
- Relación Ca:Mg en la capa del suelo entre los primeros 0 a 15 cm aproximada a 4
- La relación Ca + Mg/K mayor a 25
- Ausencia de limitaciones

El pH del suelo es una de las características importantes de los suelos porque contribuye a regular la velocidad de descomposición de la materia orgánica. El pH tiene relación con la disponibilidad de nutrientes. El pH debe estar en el rango de 6.0 a 7.5 en la capa superficial, sin ser excesivamente ácido (pH menor a 4.0) o alcalino (pH mayor a 8.0), hasta una profundidad de un (Salvador, Espinoza, & Rojas, 2012).

Los restos vegetales o animales que se encuentran en descomposición en el suelo, se denomina materia orgánica. El clima, pH y microorganismos transforman la materia orgánica en alimento para las plantas. El contenido de la materia orgánica influye en las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo; estabiliza la estructura, incrementa su permeabilidad, aumenta su capacidad de retención de agua, facilitando el asentamiento de

la vegetación, para evitar la erosión hídrica y eólica. El cacao requiere suelos ricos en materia orgánica con un contenido mayor al 2% (Salvador, Espinoza, & Rojas, 2012).

2.1.4. Usos del cacao

Hoy en día, la gente de todo el mundo disfruta de chocolate en miles de formas diferentes, consumiendo más de 3 millones de toneladas de granos de cacao al año. Cada país todavía tiene sus propias preferencias y mezclas distintivas para los dulces y postres (World Cocoa Foundation, 2017).

El cacao, chocolate, productos de confitería y la industria emplea a cientos de miles de personas en todo el mundo y es un usuario clave de otros productos agrícolas, como el azúcar, productos lácteos, frutos secos y frutas (World Cocoa Foundation, 2017).

Los beneficios para la salud de cacao incluyen el alivio de la presión arterial alta, el colesterol, la obesidad, el estreñimiento, la diabetes, bronquial asma, cáncer, síndrome de fatiga crónica y varias enfermedades neurodegenerativas. Es beneficioso para la herida rápida cicatrización, la piel cuidado, y ayuda a mejorar la salud cardiovascular y la salud del cerebro. También ayuda en el tratamiento de cobre deficiencia. Posee propiedades que mejoran el estado de ánimo y ejerce efectos protectores contra la neurotoxicidad (Organic Facts, 2017).

2.1.5. Importancia del cultivo de cacao

El cacao es un importante producto básico, en cuanto a su valor comercial tanto a nivel local como mundial. Representa una parte sustancial en la economía que sirve de sustento para muchas familias campesinas que tradicionalmente han sembrado cacao por años, e incluso cuando las tierras se han ido pasando de generación en generación (García, 2014).

Este cultivo representa una fuente de ingresos de divisas. Representa un rol importante para el sustento de millones de familias campesinas, dedicadas a la actividad de siembra y cosecha de cacao, quienes dependen en gran parte de la actividad cacaotera. En muchos

países en vías de desarrollo, como el caso de Ecuador el sector agrícola agrupa un rubro significativo de la PEA (García, 2014).

Ecuador produce dos tipos de cacao, CCN51 y Cacao Nacional. Este último es la Variedad con la que Ecuador ha construido su reputación como un origen de "fino o sabor" cacao. Los cacaos nacionales son de bajo rendimiento y se limitan en su mayor parte a Granjas medianas. El tipo CCN51 por el contrario es un híbrido de alto rendimiento y es sobre todo producido en plantaciones de gran escala. Sus sustitutos más cercanos son los cacaos de África Occidental, pero aún no ha encontrado un importante mercado de exportación debido a alta acidez. Los productores locales de cacao y chocolate en Ecuador prefieren al CCN51 porque tiene alto contenido de grasa de manteca de cacao y no sufre problemas de moho, resultado de las cuidadosas prácticas post-cosecha que se siguen en las plantaciones comerciales (Collinson & Leon, 2000).

Los agricultores de cacao sostenibles aplican buenas prácticas agrícolas y de negocios, lo que resulta en mejores rendimientos e ingresos. Participan en prácticas laborales responsables, protegen el medio ambiente y son capaces de satisfacer las necesidades de su familia. Los agricultores de cacao a menudo no tienen acceso a la financiación. Sin embargo, algunas entidades trabajan con agricultores, organizaciones de agricultores e instituciones de microfinanzas para permitir oportunidades de ahorro para los agricultores y facilitar el acceso al crédito para insumos agrícolas como fertilizantes (Barry Callebaut, 2017).

La principal preocupación de los agricultores de cacao es tener los mejores medios de subsistencia que puedan: lograr un ingreso decente para que puedan comer bien, pagar los costos escolares de sus hijos y vivir en una casa y comunidad con servicios de mejoramiento (Cargill, 2017).

El cacao ecuatoriano se comercializa sin interferencia gubernamental. Los precios locales son impulsados por los precios internacionales y por la oferta y la demanda locales. La demanda de la industria ecuatoriana de procesamiento de cacao y de países vecinos ocasionalmente hace que los precios locales se muevan fuera de la simpatía con los precios de Nueva York y Londres. En contraste con su posición preeminente a principios de este siglo, Ecuador es ahora una minoría exportadora de cacao, ya que Costa de Marfil se ha convertido en el principal productor mundial (Collinson & Leon, 2000).

Los productos primarios constituyen la materia prima para obtener bienes finales a ser consumidos por la población y contribuir así con la satisfacción de los requerimientos energéticos y nutricionales. No obstante, algunos rubros como el cacao y el café son considerados bienes de lujo, en vista de que no son indispensables, es decir no son considerados bienes de primera necesidad en la alimentación. De las almendras de cacao, fermentadas y secas (o sin fermentar) se obtienen subproductos y productos finales a través de procesos industriales. Los primeros son la pasta o licor, la manteca, la torta y el polvo de cacao. Los productos finales de cacao son principalmente los chocolates y demás artículos elaborados a base de chocolate, tales como coberturas, golosinas, barras de chocolate amargo, de leche, blanco, con frutas, nueces, bombones, entre otros. Además, la manteca de cacao se emplea en la industria farmacéutica y en la elaboración de cosméticos (Quintero & Díaz, 2004).

2.1.6. Vivero de cacao

La construcción del vivero tiene como objetivo facilitar el normal desarrollo inicial de las plantas de cacao, proporcionando las mejores condiciones de temperatura, humedad, sombra, para la planta de cacao. Además, se puede controlar y mejorar el porcentaje de germinación de las semillas, producir grandes cantidades de plántulas, permitir trabajos comunitarios y seleccionar plántulas por tamaño y vigor para de esta manera programar las mejores épocas de siembra, también se puede controlar de manera más efectiva el apareamiento de plagas y enfermedades (Torres , 2012).

En este lugar generalmente provisto de una cubierta, se realiza la producción de plantas. En él se producen plántulas de calidad y en cantidad necesaria para la plantación en el sitio definitivo. Los viveros pueden ser establecidos dentro de las fincas como también en lugares que reúnan las condiciones favorables para el desarrollo de las plántulas. En un vivero debe haber suficiente agua para el riego, terrenos con buen drenaje para evitar los encharcamientos y que se encuentren cerca de los sitios de la plantación para facilitar el transporte de las plantas (Pinzon, 2006).

El sistema comercial recomendado para siembra de cacao, es la utilización de semillas híbridas o de clones (injertos) y requiere la construcción de viveros de muy fácil manejo, en

el cual se protege las plántulas en su etapa inicial, facilitando las labores que éstas requieren en dicha etapa (Zambrano, 2010).

Se estima que, para producir de 1000 a 1200 plantas, se requiere un área de 20 m² (de 50 a 60 fundas por m²) esta área ya incluye los espacios o calles para facilitar las labores de manejo y mantenimiento. El tamaño del vivero estará en función del tamaño de las fundas a utilizar para el presente caso se ha estimado el uso de fundas de polietileno de 7 a 8 pulgadas: los materiales deben provenir de las fincas 8 pedazos de caña guadua, cada uno de 3 metros de largo, para la protección de las plántulas de los rayos solares se debe utilizar zaran o hojas de plátano (Enriquez, 2004).

El establecimiento del vivero está sujeto a la disponibilidad de semilla, pudiéndose realizar en cualquier época del año. Sin embargo, se debe programar de forma tal que las plantas estén listas para la siembra al inicio de la temporada de lluvia (Gómez & Ormeño, 2013).

La ubicación del vivero es de vital importancia ya que así se facilita el manejo de las labores culturales y control fitosanitario. Se debe ubicar el vivero en lugares de fácil acceso y que cuente con agua para riego. Antes de realizar la instalación del vivero, se debe eliminar todas las malezas del área donde se va a ubicar el vivero. El área donde se va a ubicar el terreno debe ser plano o en su defecto debe tener una ligera inclinación para facilitar el drenaje. Si el terreno es irregular se debe proceder a nivelar (Torres , 2012).

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 (Rodríguez, 2013). En época de sequía o poca lluvia es necesario regar el almácigo mínimo cada dos días y el vivero debe constar con pequeñas zanjas de drenaje (Zambrano, 2010).

2.1.7. Bioestimulantes

Los bioestimulantes, en general son considerados como sustancias orgánicas derivadas en su mayoría de materiales vegetales (extractos), algas marinas entre otros, lo que garantiza una elevada concentración de aminoácidos útiles y una relación equilibrada de nutrientes acordes a las necesidades de las plantas (Albán, 2014).

Actúan incrementando determinadas expresiones metabólicas y/o fisiológicas de las plantas, tales como el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, etc.), incentivando la fotosíntesis y a reducir los daños causados por stress (fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, toxicidad, sequías, etc.), eliminando así las limitaciones del crecimiento y el rendimiento, de igual manera potenciando la defensa natural de las plantas antes y después del ataque de patógenos (Albán, 2014).

De igual manera inhiben la germinación de las esporas de los hongos reducen la penetración del patógeno en el interior del tejido vegetal, mejorando así el estado nutricional de la planta, mejorando así el equilibrio hormonal, facilitando la síntesis biológica de hormonas como las auxinas, giberelinas y citoquininas (Ochoa & Licon, 2017).

Debido a que en su formulación contienen aminoácidos libres los cuales tienen un bajo peso molecular son transportados y absorbidos rápidamente por la planta, aprovechando la síntesis de proteínas, ahorrando gran cantidad de energía que se concentra en el incremento de la producción (Albán, 2014). Los aminoácidos por ser los componentes básicos de las proteínas intervienen en la formación de los tejidos de soporte, membranas de las células para llevar a cabo numerosos y vitales procesos internos de las plantas como son crecimiento, fructificación, floración entre otros (Mapryser, 2016).

La mayoría de los bioestimulantes se aplican solos, directamente al follaje, aunque en ciertos casos también pueden ser aplicados al suelo ya sea por fertirrigación o en drench. Se recomiendan utilizar en las etapas de crecimiento del vegetal para un mejor aprovechamiento de sus compuestos (Albán, 2014). Ciertos bioestimulantes pueden usarse en mezcla con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles sin causar ningún tipo de efecto adverso al cultivo, sin embargo, es recomendable comprobar su compatibilidad con el otro producto, es decir cuidar que este no precipite caso contrario no es recomendable realizar la mezcla (Mapryser, 2016).

2.1.8. Ácidos húmicos y fúlvicos

Los ácidos húmicos y fúlvicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Estas influyen directamente en la fertilidad del suelo,

a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento y desarrollo óptimo de la planta (Argüello, 2014).

Tanto los ácidos húmicos como los ácidos fúlvicos son de gran importancia en los cultivos, ya que evitan que las tierras se compacten; ayudan a transferir nutrientes del suelo a la planta, aumentan la capacidad de retención de agua, incrementan la velocidad de germinación de las semillas y estimulan la proliferación de la micro flora presente en el suelo (Melo, 2006), incrementando la capacidad de retención de humedad del suelo. En general se estima que los ácidos húmicos pueden retener agua en una proporción de veinte veces su peso. Aumentan la capacidad de intercambio catiónico y aniónico del suelo y con ello su capacidad para aportar nutrientes al cultivo, así como su almacenamiento en el suelo (Guerrero, 2006).

Es evidente que la influencia de ácidos húmicos y fúlvicos es más directamente en las raíces que en la parte aérea, ya que los tratamientos donde se aplicaron sustancias húmicas no presento un incremento en el diámetro de plantas (Magaña, 2015).

Las sustancias húmicas presentan mayor potencial para el uso en agricultura. Aplicado en el suelo pueden mejorar balance nutricional, aprovechamiento de fósforo y microelementos. La aplicación foliar ayuda de una manera muy veloz en la corrección de las deficiencias nutricionales en las plantas, reducción de fertilizantes a aplicar, un aumento en el volumen de las raíces con más pelos absorbentes y sobre todo un retorno económico muy aceptable (Singh, 2003).

2.1.8.1. Ácidos húmicos

Las sustancias húmicas son los compuestos más ampliamente distribuidos en la superficie de la tierra. Se encuentran en el suelo, en los ríos y lagos y en el mar. Constituye del 70 al 80 % de la materia orgánica del suelo y proceden de la degradación química y biológica de los residuos de plantas y animales y de la actividad sintética de los microorganismos. El humus está formado por los ácidos húmicos y humatos, ácidos fúlvicos y fulvatos y por la humina y aunque se sabe de qué elementos están constituidos, su estructura química es de tal complejidad y variación, que en el momento actual solamente se conocen aspectos

parciales de la misma. Este fraccionamiento del humus en ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y humina está basado en su solubilidad (Flores, 2015).

Los ácidos húmicos se caracterizan por ser una sustancia de color pardo oscuro, alto peso molecular, solubles en medios alcalinos, alto CIC en el suelo, menor penetración foliar y radicular, pero buena movilidad de los nutrientes en la planta (Restrepo, Gómez, & Escobar, 2014).

Los ácidos húmicos son muchos más activos bioquímicamente y los ácidos fúlvicos tienden a ser más activos geológica y químicamente. El equilibrio entre estas dos sustancias húmicas permitirá el máximo aprovechamiento. (Horticultura., 2007). Los ácidos húmicos y fúlvicos, independientemente de su “pH”, tienen dos funciones (ácidas y nitrogenadas), que dan origen a dos sistemas tampón y amortiguador, que contribuyen a estabilizar el pH del suelo (Blasco, 2011).

2.1.8.2. Ácidos fúlvicos

Ácido fúlvico es una sustancia natural orgánica soluble en agua, de bajo peso molecular, que se deriva del humus. El ácido fúlvico es uno de los diferentes ácidos húmicos. Los ácidos húmicos son una mezcla compleja de material orgánico, procedente de las hojas, ramas, troncos y demás, que están decayendo en el suelo. El proceso es llevado a cabo por microorganismos y hongos, produciéndose el ácido fúlvico. Estos ácidos tienen la propiedad de formar compuestos de muy bajo peso molecular con iones de carga positiva, un proceso conocido como quelación. Los compuestos quelados de minerales, son altamente absorbibles por las plantas y animales. Este proceso de quelación natural, permite a las plantas almacenar, tanto vitaminas como minerales (Aramendy, 2015).

Los ácidos fúlvicos son de color café – amarillo y de menor peso molecular, solubles en medios ácidos y alcalinos, con muy buen CIC y alta capacidad complejante del fósforo y de microelementos como Cu, Zn, Mn y Mg y una mayor penetración foliar y radicular. Los ácidos fúlvicos interfieren con los nutrientes minerales del suelo y facilitan la absorción de los nutrientes en las plantas, sin embargo, en zonas de mucha precipitación cuando se aplican al suelo y con un pH bajo, los ácidos fúlvicos pueden acelerar el lavado de los nutrientes (Restrepo, Gómez, & Escobar, 2014).

2.1.9. Algaser Plus

Es un extracto de algas *Ascophyllum nodosum*, esta variedad es una fuente activa de giberelinas, auxinas y citoquininas que refuerzan la resistencia al estrés, mejoran la aportación de macro y micronutrientes, elevan la resistencia sistémica adquirida de la planta y potencian la acción de los fitosanitarios. Además, ayuda a mejorar el suelo y vigorizar las plantas incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas (Quimiser, 2015).

La extracción se realiza con una técnica novedosa en frío y bajo pH que garantizan una elevada concentración en los compuestos orgánicos propios del alga, como, por ejemplo, las fitohormonas. Se recomienda utilizar este producto como bioestimulante en momentos complicados para la planta, tanto en el trasplante como en el momento de floración, cuaje y desarrollo del fruto. El producto es particularmente efectivo para el periodo de cuajado y primeras fases de desarrollo del fruto, así como en los momentos finales para dar un último empuje al fruto antes de la recolección (Mapryser, 2016).

2.1.10. Pow Humus

Es un extracto húmico altamente concentrado y 100 % soluble en agua. Actúa como mejorador de suelos y estimulante del crecimiento vegetal. Puede ser aplicado al suelo o por vía foliar en cultivos agrícolas, frutícolas, hortícolas, ornamentales y céspedes. Al tratarse de una forma de humus estable, no se degrada rápidamente por la acción de los microorganismos del suelo. El producto puede ser aplicado solo o mezclado con la mayoría de fertilizantes (AM Ecological, 2016).

Se obtiene mediante la extracción alcalina de leonardita alemana (lignito blando altamente oxidado). La leonardita surge de la humificación química y biológica de materia orgánica, sobre todo de origen vegetal, a través de la actividad biológica de microorganismos y procesos geológicos. Proporciona un gran contenido de ácidos húmicos y fúlvicos, así como microelementos naturales biológicamente activos (El Agro, 2017).

Es un mejorador de suelos y estimulante del crecimiento vegetal, apropiado especialmente para suelos arenosos y arcillosos. Al tratarse de gránulos cristalinos, puede ser transportado

fácilmente. El producto puede ser aplicado en todos los cultivos agrícolas, frutícolas y hortícolas para aumentar la eficacia de los fertilizantes y reducir así los costos de producción (AM Ecological, 2016). Según El Agro (2017), este producto provee los siguientes beneficios a los cultivos:

- Incrementa el rendimiento y la calidad de los cultivos
- Mejora la estructura del suelo y la capacidad de retención de agua
- Aumenta la actividad microbiana del suelo
- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo
- Promueve el desarrollo radicular
- Mejora la eficacia de los fertilizantes y reduce la lixiviación de nutrientes
- Aumenta la absorción de los nutrientes
- Actúa como agente quelante natural de microelementos en suelos alcalinos, aumentando así su disponibilidad para las plantas
- Reduce el estrés causado por sequía y por la aplicación de pesticidas
- Aumenta la tasa de germinación de semillas y el desarrollo inicial del sistema radicular
- Reduce los residuos de herbicidas y de sustancias tóxicas en el suelo
- Retrasa la descomposición de los agentes inestables a los rayos ultravioleta

2.1.11. Humi Rossi 20

Humi Rossi es una fórmula concentrada de ácido húmico 14 % y ácido fúlvico 6 %. Es un bioactivador líquido para aplicación foliar y suelo. Potencializador de los herbicidas, fungicidas e insecticidas, ampliando su eficacia (Agrofarm, 2016).

Mejía (2017), en su estudio sobre los efectos de la aplicación de ácidos húmicos en el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) observó que el producto Humi Rossi, debido al costo de producción, influyó para que sea el tratamiento que obtenga mayor beneficio neto, acompañado de un rendimiento óptimo, utilizándolo en dosis de 2,0 L/ha produjo que se incremente el número de granos por mazorca.

2.1.12. Análisis económico y costos

El análisis económico es normativo y positivo. Establece una serie de leyes y reglas que empíricamente están demostrados al analizar la realidad. No obstante, existen teorías económicas claramente influenciadas por enfoques ideológicos o relacionados con determinadas valoraciones del autor o investigador que las desarrolle. Todo, a pesar de que todos empleen las mismas herramientas o reglas de referencia a la hora de investigar y elaborar sus fundamentos (Camelo, 2001).

Los costos de producción incluyen cualquier gasto asociado con la actividad comercial de una organización. Los costos de fabricación solo incluyen los gastos de producción del producto. Estas dos figuras proporcionan diferentes formas de entender el gasto total de operar una compañía de manufactura. Los ingresos que genera una empresa deben exceder los gastos totales antes de que logre la rentabilidad (Investopedia, 2015).

El costo de producción se refiere al costo incurrido por una empresa cuando fabrica un bien o proporciona un servicio. Los costos de producción incluyen una variedad de gastos que incluyen, entre otros, mano de obra, materias primas, suministros de fabricación de consumibles y gastos generales. Además, cualquier impuesto recaudado por el gobierno o regalías adeudadas por empresas extractoras de recursos naturales también se consideran costos de producción (González, 2002).

El ingreso es la oportunidad de consumo y ahorro ganada por una entidad dentro de un marco de tiempo específico, que generalmente se expresa en términos monetarios. Sin embargo, para los hogares y las personas, el ingreso es la suma de todos los salarios, ganancias, pagos de intereses, rentas y otras formas de ingresos recibidos en un período de tiempo determinado (Camelo, 2001).

2.1.13. Rentabilidad

La rentabilidad es la relación entre utilidad e inversión, mientras que la productividad es la relación entre lo que se produce y lo que se consume para producirlo. También se considera como el beneficio que se obtiene de una inversión o en la gestión de una empresa. Es

importante señalar que no existe una medida única de rentabilidad (Abrajim, Arciniegas, & Torres, 2014).

La rentabilidad hace referencia al beneficio, lucro, utilidad o ganancia que se ha obtenido de un recuso o dinero invertido. La rentabilidad se considera también como la remuneración recibida por el dinero invertido. En el mundo de las finanzas se conoce también como los dividendos percibidos de un capital invertido en un negocio o empresa. La rentabilidad puede ser representada en forma relativa (en porcentaje) o en forma absoluta (en valores) (Carrillo, 2013).

Todo inversionista que preste dinero, compre acciones, títulos valores, o decida crear su propio negocio, lo hace con la expectativa de incrementar su capital, lo cual sólo es posible lograr mediante el rendimiento o rentabilidad producida por su valor invertido. La rentabilidad de cualquier inversión debe ser suficiente de mantener el valor de la inversión y de incrementarla. Dependiendo del objetivo del inversionista, la rentabilidad generada por una inversión puede dejarse para mantener o incrementar la inversión, o puede ser retirada para invertirla en otro campo (Gerencie.com, 2010).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

La investigación se llevó a cabo en terrenos de la finca “La Rebeldía”, localizada en el Km. 1.5 de la vía Chipe – Valencia, entre las coordenadas 0°57'39.0" latitud Sur y 79°20'53.7" longitud Oeste, a una altitud de 78 m.s.n.m.

3.2. Tipo de investigación

La investigación en cuestión fue de tipo experimental, en la cual se aplicó la experimentación clásica para el alcance de los objetivos planteados, manejando diferentes tratamientos y medir su influencia sobre parámetros agronómicos de las plántulas de cacao.

3.3. Métodos de investigación

Se utilizaron los métodos: inductivo, deductivo y analítico. El método inductivo para el planteamiento de las variables de estudio en base a los objetivos planteados, el deductivo para inferir el efecto específico de los tratamientos en estudio sobre parámetros agronómicos del cultivo de cacao en etapa de vivero, mientras que el método analítico fue la base para el análisis de los datos obtenidos y la posterior generación de resultados como respuesta a los objetivos del ensayo.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

Para la obtención de la información plasmada en el presente Proyecto de Investigación se recurrió a fuentes primarias y secundarias, siendo las fuentes primarias, los datos provenientes de la evaluación de las variables de respuesta, y las fuentes secundarias libros, revistas, publicaciones, folletos, boletines divulgativos, manuales técnicos y demás fuentes bibliográficas.

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza, y se utilizó la prueba de Tukey

al 95% de probabilidad para la comparación de las medias de los tratamientos. El correspondiente análisis estadístico se lo realizó en Infostat.

El esquema del análisis de varianza a utilizarse en el ensayo se presenta en la siguiente tabla:

| Fuentes de variación | Grados de libertad |
|-----------------------------|---------------------------|
| Tratamientos | 3 |
| error | 12 |
| Total | 15 |

3.5.1. Especificaciones del experimento

| | |
|---|-----|
| Número de tratamientos: | 4 |
| Número de repeticiones: | 4 |
| Número de unidades experimentales: | 16 |
| Número de plantas por unidad experimental: | 20 |
| Número de plantas por repetición: | 80 |
| Total de plantas en el ensayo: | 320 |

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Tratamientos estudiados

Se estudiaron tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos, más un testigo, dando un total de cuatro tratamientos a evaluar:

T1: Testigo absoluto

T2: Humi Rossi 20

T3: Pow humus

T4: Algaser Plus

3.6.2. Manejo del experimento

3.6.2.1. Preparación del terreno

El lugar donde se ubicó el vivero fue de un área de 60 m², donde se realizó la limpieza, eliminando la maleza presente con la ayuda de machetes y rastrillos, y finalmente se nivelará el terreno.

3.6.2.2. Elaboración del sustrato

Una vez acopiado en montículos por separado cada uno de los insumos necesarios para la elaboración del sustrato (tierra, arena y aserrín de madera); y teniendo en cuenta que a la tierra se le realiza el proceso de solarización; el cual consiste en exponer la tierra por un período de 3 a 4 días a plena exposición solar, haciendo volteos periódicos para luego cubrirla con plástico buscando así obtener una desinfección; se procedió con la ayuda de la pala manual a realizar la mezcla de cada insumo que compone el sustrato buscando uniformizar y eliminar partículas no deseables como troncos, piedras y grumos entre otros.

La mezcla de los insumos se la realizó utilizando carretillas, preparando la composición que es de 3:1:1, tres carretillas de tierra (previamente cernida con un tamiz) por una de aserrín de madera y una de arena de río.

Cuando los insumos estuvieron unidos se inició la mezcla con la ayuda de la pala, el operador dio varias vueltas a los insumos que conformaron el sustrato realizando bien la mezcla y homogenizando todo el material, de tal manera que los rangos de las partículas no sean muy dispares logrando así una distribución del tamaño de las partículas lo más uniforme posible.

3.6.2.3. Llenado de fundas

Se utilizó un total de 10 mazorcas de las cuales se extrajo un total de 320 semillas, es decir 32 semillas por mazorca, luego se procedió a llenar las fundas de polietileno de 6x8” de 2 mm de grosor perforadas, con 500 g de sustrato, evitando dejar espacios de aire en las mismas, luego se colocaron de acuerdo a las unidades experimentales.

3.6.2.4. Siembra

Para el proceso de siembra, se seleccionaron las mejores semillas de las mazorcas de cacao nacional, para luego sembrarlas a dos centímetros de profundidad en sus respectivas fundas de polietileno, colocando el embrión hacia abajo para evitar problemas de germinación.

3.6.2.5. Riego

Esta labor se la realizó cada tres días, utilizando una regadera para no provocar ningún daño a la planta.

3.6.2.6. Fertilización

Se aplicó 5 g de fertilizante completo 8-20-20 por cada planta a los 15 días de edad de las plántulas. Posteriormente se aplicaron los productos en estudio en dos ocasiones, a los 30 y 45 días de edad de las mismas. La dosis de aplicación de los productos en estudio fue la recomendada:

| | |
|-----------------------|---------|
| Humi Rossi 20: | 1 l/ha |
| Pow humus: | 1 kg/ha |
| Algaser Plus: | 1 l/ha |

3.6.2.7. Control de malezas

Se realizaron controles de malezas manualmente con la finalidad de causar el menor daño en las plántulas y evitar la competencia nutricional con las mismas.

3.6.2.8. Control de plagas y enfermedades

Para el control de insectos plagas (hormigas, gusanos corta hojas y pulgones) se utilizó alternadamente Kohinor 350 SC (Imidacloprid) en dosis de 0.5 l/ha y Pynex 48 EC (Clorpirifos) en dosis de 200 cc/ha, El control de enfermedades (principalmente mal del talluelo) se lo efectuó aplicando Mancosol 80 (Mancozeb) en dosis de 1.5 l/ha que se alternó con Ridomil Gold 68 WG (Metalaxil+Mancozeb) en dosis de 0.5 Kg/ha.

3.6.3. Variables evaluadas

3.6.3.1. Altura de planta (cm)

Para la evaluación de esta variable, a los 30, 50 y 70 días, se tomaron 10 plantas al azar por cada tratamiento, las cuales se midieron con la ayuda de una cinta métrica desde el suelo hasta el ápice de la hoja más joven, para luego promediar y expresar la medida en centímetros.

3.6.3.2. Diámetro del tallo (cm)

El diámetro del tallo se midió con un calibrador pie de rey a los 30, 50 y 70 días después de la siembra, en 10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento y luego se expresó el promedio en centímetros.

3.6.3.3. Número de hojas

A los 30, 50 y 70 días se contabilizó el número de hojas tomando 10 plantas al azar por cada tratamiento y posteriormente se determinó su promedio.

3.6.3.4. Longitud radicular (cm)

Por cada tratamiento se tomaron 10 plantas al azar y se midió la longitud de su raíz a los 70 días, luego se promedió y expresó dicha medida en centímetros.

3.6.3.5. Sobrevivencia

Para la sobrevivencia se halló el cociente entre el número de semilla sembradas y el total de planta vivas al final del ensayo, es decir a los 70 días, y se multiplicó por 100 para expresar en porcentaje.

3.6.3.6. Análisis económico

El análisis económico se realizó considerando los costos de cada uno de los tratamientos en estudio, y el ingreso generado por la venta de 1000 plántulas tomando en cuenta el porcentaje

de sobrevivencia de cada tratamiento, para luego hallar la relación beneficio/costo utilizando la fórmula:

$$B/C = \frac{I.B.}{C.T.P.}$$

B/C: Relación beneficio – costo

I.B.: Ingreso bruto

C.T.P.: Costo total de producción

3.7. Recursos humanos y materiales

3.7.1. Recursos humanos

En la investigación se contó con la participación de:

- Estudiante responsable de la investigación
- Operarios de campo
- Director del Proyecto de Investigación

3.7.2. Recursos materiales

- Baldes de 20 litros
- Bomba de mochila CP3
- Borrador
- Calibrador pie de rey
- Carretilla
- Cinta métrica
- Computador
- Esferos
- Estilete
- Fundas para vivero de 6x8”
- Hojas de papel bond
- Impresor
- Machetes
- Memoria USB
- Pala
- Plástico negro
- Rastrillos
- Regadera

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Altura de planta (cm)

En la Tabla 1 se presentan los promedios correspondientes a la altura de plantas de cacao a los 30, 50 y 70 días. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos estudiados alcanzaron alta significancia estadística en las tres evaluaciones, siendo el coeficiente de variación 3.25, 4.27 y 1.49 %, para la altura de planta a los 30, 50 y 70 días, respectivamente.

La aplicación de Algaser Plus produjo plantas de mayor altura a los 30 días con 21.73 cm, estadísticamente igual a Pow humus con 20.70 cm, estadísticamente superiores a Humi Rossi 20 y el testigo absoluto que registraron valores de 20.28 y 19.13 cm, respectivamente.

A los 50 días, Algaser Plus registró la mayor altura de planta con 30.65 cm, en igualdad estadística con Pow humus con 30.20 cm, superiores estadísticamente a Humi Rossi 20 con 27.88 cm y al testigo absoluto con 27.58 cm.

Cuando las plántulas tuvieron 70 días de edad, Algaser Plus registró mayor altura de planta con 51.53 cm, sin diferir estadísticamente de Pow humus con 50.75 cm, superiores estadísticamente a Humi Rossi 20 y al testigo absoluto que registraron valores de 49.40 y 48.68 cm, respectivamente.

Tabla 1. Altura de planta de cacao (cm) en respuesta a la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos

| Tratamientos | Altura de planta (cm)* | | |
|--------------------------------------|------------------------|----------|----------|
| | 30 días | 50 días | 70 días |
| T ₁ : Testigo absoluto | 19.13 c | 27.58 c | 48.68 c |
| T ₂ : Humi Rossi 20 | 20.28 bc | 27.88 bc | 49.40 bc |
| T ₃ : Pow humus | 20.70 ab | 30.20 ab | 50.75 ab |
| T ₄ : Algaser Plus | 21.73 a | 30.65 a | 51.53 a |
| Promedio | 20.46 | 29.08 | 50.09 |
| Coefficiente de variación (%) | 3.25 | 4.27 | 1.49 |

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ($p < 0.05$)

4.1.2. Diámetro del tallo (cm)

Los promedios correspondientes al diámetro del tallo a los 30, 50 y 70 días de edad de las plántulas de cacao se presentan en la Tabla 2. El análisis de varianza reflejó que los tratamientos en estudio alcanzaron significancia estadística en las tres evaluaciones, registraron un coeficiente de variación de 4.30, 4.28 y 4.16% a los 30, 50 y 70 días, respectivamente.

La aplicación de Algaser Plus registró mayor diámetro del tallo a los 30 días, con un diámetro de 1.53 cm, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos cuyos promedios oscilaron entre 1.40 y 1.46 cm.

Algaser Plus produjo tallos de mayor diámetro a los 50 días con 1.76 cm, en igualdad estadística con Pow humus con 1.68 cm, superiores estadísticamente a Humi Rossi 20 y el testigo absoluto con 1.61 cm de diámetro del tallo, cada uno.

A los 70 días, Algaser Plus registró mayor diámetro del tallo con 2.00 cm, sin diferir estadísticamente de Pow humus con 1.92 cm, estadísticamente superiores a Humi Rossi 20 y al testigo absoluto que registraron promedios de diámetro del tallo de 1.83 y 1.82 cm a los 70 días de evaluación, respectivamente.

Tabla 2. Diámetro del tallo de plántulas de cacao en respuesta a la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos

| Tratamientos | Diámetro del tallo (cm)* | | |
|--------------------------------------|--------------------------|---------|---------|
| | 30 días | 50 días | 70 días |
| T1: Testigo absoluto | 1.40 a | 1.61 b | 1.82 b |
| T2: Humi Rossi 20 | 1.40 a | 1.61 b | 1.83 b |
| T3: Pow humus | 1.46 a | 1.68 ab | 1.92 ab |
| T4: Algaser Plus | 1.53 a | 1.76 a | 2.00 a |
| Promedio | 1.45 | 1.66 | 1.89 |
| Coefficiente de variación (%) | 4.30 | 4.28 | 4.16 |

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ($p < 0.05$)

4.1.3. Número de hojas

En la Tabla 3 se muestran los promedios del número de hojas a los 30, 50 y 70 días de edad de plántulas de cacao en respuesta a la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos. Según el análisis de varianza, los tratamientos presentaron alta significancia estadística en las tres evaluaciones, con un coeficiente de variación de 1.52, 1.16 y 1.05 % a los 30, 50 y 70 días, correspondientemente.

Algaser Plus presentó mayor número de hojas a los 30 días con 3.78 hojas, estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron valores que oscilaron entre 3.35 y 3.63 hojas por planta.

A los 50 días de edad de las plántulas, Algaser Plus produjo mayor número de hojas por planta con 7.38 hojas, estadísticamente superiores a los demás tratamientos cuyos promedios fluctuaron entre 6.25 y 7.03 hojas por planta.

La aplicación de Algaser Plus produjo más hojas por planta a los 70 días con 16.15, superior estadísticamente a los demás tratamientos que registraron promedios de 13.93 a 15.45 hojas por planta.

Tabla 3. Número de hojas de plántulas de cacao en respuesta a la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos

| Tratamientos | Número de hojas (cm)* | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---------|---------|
| | 30 días | 50 días | 70 días |
| T ₁ : Testigo absoluto | 3.35 d | 6.25 d | 13.93 d |
| T ₂ : Humi Rossi 20 | 3.45 c | 6.55 c | 14.48 c |
| T ₃ : Pow humus | 3.63 b | 7.03 b | 15.45 b |
| T ₄ : Algaser Plus | 3.78 a | 7.38 a | 16.15 a |
| Promedio | 3.55 | 6.80 | 15.00 |
| Coefficiente de variación (%) | 1.52 | 1.16 | 1.05 |

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ($p < 0.05$)

4.1.4. Longitud radicular (cm)

Los promedios presentados en la Tabla 4, corresponden a la longitud radicular a los 70 días de edad de las plántulas. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos en estudio con un coeficiente de variación de 2.09 %.

Algaser Plus produjo plantas con raíces de mayor longitud con 26.93 cm, estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron valores entre 23.88 y 25.43 cm.

Tabla 4. Longitud radicular (cm) de plántulas de cacao en respuesta a la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos

| Tratamientos | Longitud radicular (cm)* |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| T ₁ : Testigo absoluto | 23.88 c |
| T ₂ : Humi Rossi 20 | 24.40 bc |
| T ₃ : Pow humus | 25.43 b |
| T ₄ : Algaser Plus | 26.93 a |
| Promedio | 25.14 |
| Coeficiente de variación (%) | 2.09 |

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ($p < 0.05$)

4.1.5. Supervivencia (%)

El porcentaje de supervivencia de las plántulas se presenta en la Tabla 5. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos registraron alta significancia estadística, siendo 6.33% el respectivo coeficiente de variación.

Cuando se aplicó Algaser Plus a las plántulas, estas presentaron un mayor porcentaje de supervivencia con 92.50%, sin diferir estadísticamente de Pow humus y Humi Rossi 20 que registraron promedios de 86.25 y 83.75%, respectivamente, superiores estadísticamente al testigo absoluto que presentó una supervivencia de plántulas de 60.00%

Tabla 5. Supervivencia de plántulas de cacao en respuesta a la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos

| Tratamientos | Supervivencia (%) |
|--------------------------------------|--------------------------|
| T ₁ : Testigo absoluto | 60.00 b |
| T ₂ : Humi Rossi 20 | 83.75 a |
| T ₃ : Pow humus | 86.25 a |
| T ₄ : Algaser Plus | 92.50 a |
| Promedio | 80.63 |
| Coefficiente de variación (%) | 6.33 |

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ($p < 0.05$)

4.1.6. Análisis económico

En la Tabla 6 se presenta el análisis económico de los tratamientos estudiados. Algaser Plus que permitió obtener mayor cantidad de plántulas vivas, generó un ingreso bruto de \$ 508.75, a un costo de tratamiento de \$ 54.90 y costo total de \$ 350.90, produciendo una relación beneficio/costo de 1.45, reflejando una rentabilidad de 44.98%. Los demás tratamientos registraron rentabilidades que oscilaron entre 28.40 y 38.57%, siendo el testigo el de menor rentabilidad económica.

Tabla 6. Análisis económico de los tratamientos estudiados

| Indicadores | T₁: Testigo absoluto | T₂: Humi Rossi 20 | T₃: Pow humus | T₄: Algaser Plus |
|----------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Supervivencia (%) | 60.00 | 83.75 | 86.25 | 92.50 |
| Plantas producidas | 600.00 | 837.00 | 862.00 | 925.00 |
| Ingreso bruto (\$) | 330.00 | 460.35 | 474.10 | 508.75 |
| Costo Variable (\$) | 72.00 | 100.44 | 103.44 | 111.00 |
| Costo del tratamiento (\$) | 0.00 | 51.45 | 53.70 | 54.90 |
| Costo total (\$) | 257.00 | 336.89 | 342.14 | 350.90 |
| Beneficio neto (\$) | 73.00 | 123.46 | 131.96 | 157.85 |
| B/C | 1.28 | 1.37 | 1.39 | 1.45 |
| Rentabilidad (%) | 28.40 | 36.65 | 38.57 | 44.98 |

Costo plántula: \$ 0.55
 Costo fijo: \$ 185.00
 Costo variable: \$ 0.12/ planta

Humi Rossi 20 \$ 10.30
 Pow humus \$ 11.80
 Algaser Plus \$ 12.60

4.2. Discusión

El crecimiento de las plántulas de cacao, en el presente estudio fue favorecido notoriamente por la aplicación de Algaser Plus, de tal manera que produjo las plántulas más altas en las tres evaluaciones superando en 2.60, 3.07 y 2.85 cm al testigo absoluto a los 30, 50 y 70 días de edad, esto se puede atribuir a que este producto tiene en su composición, mayor contenido de ácidos húmicos y fúlvicos que promueven el desarrollo del cultivo, lo que concuerda con Argüello (2014), quien sostiene que un contenido nutricional equilibrado, en conjunto con un contenido adecuado de ácidos húmicos y fúlvicos se ve reflejado en un notable crecimiento de las plantas.

El engrose del tallo de las plántulas de cacao también se vio potenciado por la aplicación de los productos en estudio por encima del testigo absoluto, siendo Algaser Plus el que influyó significativamente este parámetro, evidenciando plántulas con tallo más en las tres evaluaciones realizadas, aunque a los 30 días las diferencias no fueron significativas, en las dos evaluaciones posteriores existió dicha diferencia en comparación con Humi Rossi 20 y el testigo absoluto, superando en 0.15 y 0.18 cm al testigo a los 50 y 70 días, respectivamente. Esto se puede atribuir a que Algaser Plus también contiene extractos de algas marinas *Ascophyllum nodosum*, que según Blasco (2011), esta alga promueve notoriamente el desarrollo de los cultivos, incrementando el crecimiento, engrose, y desarrollo general de los cultivos, que contribuyen a una mejor cosecha.

La emisión folia mostró un comportamiento similar pero más notorio que el del crecimiento de las plántulas y engrose del tallo, observándose que Algaser Plus mostró marcadas diferencias significativas por encima de los demás tratamientos y testigo en estudio, superando entre 0.15 y 0.43 hojas a los 30 días, de 0.35 a 1.13 a los 50 días y de 0.70 y 2.22 a los 70 días, evidenciándose una mayor presencia de hojas, concordando con Mejía (2017) quien sostiene que la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en combinación con extractos de algas marinas promueve la emisión y desarrollo de la biomasa de los cultivos, como es el caso de la composición que presenta Algaser Plus.

En lo referente a la longitud radicular y sobrevivencia se pudo apreciar que con Algaser Plus influyó significativamente en dichas variables al producir raíces que superaron entre 1.53

y 3.08 a los demás tratamientos y testigo. Esto sumado a las características de altura de planta, diámetro del tallo y emisión foliar, dio las condiciones para una mayor sobrevivencia de plantas que fue del 92.50%, frente a los 60.00% registrados por el testigo absoluto, mostrando además que aporta resistencia a las plántulas. Los resultados evidenciados corroboran lo sostenido por Melo (2006), quien indica que los bioestimulantes a base de ácidos húmicos y fúlvicos influyen en el enraizamiento de los cultivos, así como en la resistencia de éste a las condiciones ambientales.

En lo referente al aspecto económico, la aplicación de Algaser Plus generó la mayor rentabilidad económica con un 44.98 % e ingreso neto de \$ 157.85, considerando la producción de 1000 plántulas a un costo total de \$ 350.90, esto se atribuye directamente a un mayor porcentaje de plantas vivas, con lo que se puede puntualizar que vale la pena invertir en dicho tratamiento ya que a un costo de \$ 54.90, permite mayor rentabilidad que los demás, incrementándose gradualmente de acuerdo a los niveles de producción.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Algaser Plus produjo las plántulas más altas con 21.73 cm a los 30 días, 30.65 cm a los 50 días y 51.53 cm a los 70 días, y tallos más gruesos con 1.53, 1.76 y 2.00 cm, a los 30, 50 y 70 días, respectivamente.
- La emisión foliar fue potenciada al aplicarse Algaser Plus presentando 3.78 hojas a los 30 días, incrementándose en 3.60 y 12.37 para los 50 y 70 días, correspondientemente.
- Al aplicarse Algaser Plus se observó un mayor desarrollo radicular con 26.93 cm y mayor sobrevivencia con un 92.50% de plantas vivas al final del ensayo, generando una rentabilidad de 44.98 %.

5.2. Recomendaciones

- Aplicar Algaser Plus que demostró los mejores resultados en cuanto a las características de las plántulas obtenidas, así como mayor beneficio económico.
- Evaluar distintas dosificaciones de Algaser Plus para identificar la que produzca mejor respuesta para la producción de plántulas de cacao.
- Incentivar a los viveristas a utilizar fertilizantes foliares que contengan ácidos húmicos y fúlvicos para estimular el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

- Abrajim, A., Arciniegas, P., & Torres, J. (2014). Estudio de factibilidad para la exportación de pitahaya amarilla al mercado de Japón, como uno de los países líderes de la Cuenca del Pacífico. Trabajo de Grado. Universidad del Rosario. Bogotá-Colombia. 92 p.
- Agrofarm. (2016). Sustancias húmicas. Obtenido de <http://www.agrofarm.com.ec/index.php/sustancias-humicas/humi-rossi-20>.
- Albán, E. (2014). Evaluación de la eficacia de citoquinina (Cytokin) y un inductor carbónico (Carboroot) en tres dosis y en dos épocas en el rendimiento de banano de exportación, en una plantación en producción variedad gran enana, cantón Quinde, Esmeraldas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 125 p.
- AM Ecological. (2016). Pow humus. Obtenido de <http://www.amecological.com/nuestras-soluciones/agua/pow-humus/>.
- Aramendy, R. (2015). Agroecologista. Obtenido de <http://cerai.org/wordpress/wp-content/uploads/2015/04/un-glosario-para-el-agroecologista-ra%c3%bal-aramendy.pdf>.
- Argüello, D. (2014). Importancia de ácidos húmicos y fúlvicos en la agricultura. Obtenido de <http://www.ramac.com.ni/?p=1435>.
- Barry Callebaut. (2017). Barry Callebaut helps cocoa farmers improve productivity and sustainability. Obtenido de <https://www.barry-callebaut.com/sustainability/cocoa-sustainability/increasing-productivity>
- Batista, L. (2009). Guía técnica del cultivo de cacao. CEDAF. Santo Domingo-República Dominicana. 250 p.
- Blasco, D. (2011). El “pH” de los ácidos húmicos y ácidos fulvicos. Obtenido de https://www.interempresas.net/feriavirtual/catalogos_y_documentos/81972/077---15.10.12---el-ph-de-los-a--769-cidos-hu--769-micos.pdf.
- Camelo, H. (2001). Ingresos y gastos de consumo de los hogares en el marco del SCN y en encuestas a hogares. CEPAL. Santiago de Chile-Chile. 59 p.
- Cargill. (2017). Understanding productivity: Improving farm productivity through improving livelihoods. Obtenido de <http://www.cargillcocoachocolate.com/sustainability/understanding-productivity/index.htm>
- Carrillo, D. (2013). Situación de la productividad en América Latina y Ecuador. Tesis de Grado. Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 144 p.
- Carrión, J. (2012). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí. Tesis de grado presentado

- como requisito para la obtención del título de Ingeniero en Agroempresas. Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 65 p.
- Castro, L., Gómez, R., & Vignati, F. (2018). Observatorio del Cacao Fino y de Aroma para América Latina. Obtenido de http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1258/OLC_CAF_boletin_3_Espa%C3%B1ol-final.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Collinson, C., & Leon, M. (2000). Economic Viability of Ethical Cocoa Trading in Ecuador. Natural Resources Institute. University of Greenwich. United Kingdom. 36 p.
- El Agro. (2017). Pow humus. Obtenido de <http://elagroec.com/producto/pow-humus/>.
- Enriquez, G. (2004). Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Quito, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 72 p
- Enríquez, G. (2004). Tecnología del cacao, manejo de la plantación. Costa Rica. 56 p.
- FAO-IICA. (2008). Calidad de los alimentos vinculados al origen y las tradiciones en América Latina: estudios de casos. IICA. San José-Costa Rica. 218 p.
- Flores, D. (2015). Respuesta de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* jacq.) a la aplicación de sustancias húmicas de leonardita y un bioestimulante. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 90 p.
- García, C. (2014). El cacao y su incidencia en la industria nacional de elaborados de cacao en el período 2008-2012. Tesis para optar el grado de Magister en Finanzas y Proyectos Corporativos. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 141 p.
- Gerencie.com. (2010). Rentabilidad. Obtenido de <http://www.gerencie.com/rentabilidad.html>
- Gómez, A., & Azócar, A. (2002). Áreas potenciales para el desarrollo del cultivo cacao en el Estado Mérida. Revista Agronomía Tropical 52(4): 403-425 pp.
- Gómez, A., & Ormeño, M. (2013). Selección de semilla y establecimiento de vivero de cacao. Maracay: Insitituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 112 p
- Gómez, S. (2010). Evaluación de la propagación in vitro en cinco clones promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala-Guatemala. 88 p.
- González, C., Martínez, C., & García, S. (2014). El modelo de nutrición vegetal a través de la historia y su importancia para la enseñanza. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 11(1): 2-12 pp.
- González, M. (2002). Costos del producto y costos del periodo o de producción y de distribución. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/costos-producto-costos-periodo-produccion-distribucion/>

- Guamán, C. (2007). Estudio de factibilidad para el cultivo de “cacao 51” en la parroquia Cristóbal Colon de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados y su comercialización.
- Guerrero, A. (2006). Efecto de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento de los tallos protea, *Leucadendron sp cv safari sunset*. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 94 p.
- Investopedia. (2015). What's the difference between the production cost and the manufacturing cost? Obtenido de <https://www.investopedia.com/ask/answers/042715/whats-difference-between-production-cost-and-manufacturing-cost.asp>
- Jaimes, J., & Aranzazu, F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.), en Colombia con énfasis en Monilia (*Moniliophthora roreri*). CORPOICA, FEDECACAO, MADR. Bogotá-Colombia. 90 p.
- Loayza, F. (2018). Análisis de la cadena productiva del cacao ecuatoriano para el diseño de una política pública que fomente la productividad y la eficiencia de la producción cacaotera período 2007-2016. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador. 109 p.
- Mapryser. (2016). Algaser: Bioestimulante vegetal a base de extracto de algas. Obtenido de <http://www.mapryser.es/agriser/algaser.html>.
- Mejía, L. (2017). Efectos de la aplicación de ácidos húmicos en el desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. 52 p.
- Melo, L. (2006). Análisis y caracterización de ácidos fúlvicos y su interacción con algunos metales pesados. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Hidalgo-México. 102 p.
- Ochoa, J., & Licona, G. (2017). Efecto del uso de ácidos húmicos, fúlvicos y su interacción con fertilizante nitrogenado en el crecimiento de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) en vivero. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Zamorano-Honduras. 23 p.
- Organic Facts. (2017). Health Benefits Of Cocoa. Obtenido de <https://www.organicfacts.net/health-benefits/other/health-benefits-of-cocoa.html>
- Pinzon, R. (2006). Guía para el establecimiento de plantaciones de cacao, Proyecto de Reforestación y Conservación de la Cordillera ChongónColonche. 143 p
- Quimiser. (2015). Bioestimulantes. Obtenido de <http://www.quimiser.com.ec/index.php/bioestimulantes>.
- Quingaísa, E. (2007). Consultoría realizada para la FAO y el IICA en el marco del estudio conjunto sobre los productos de calidad vinculada al origen, “Estudio de caso: denominación de origen “cacao arriba”. Quito-Ecuador. 268 p

- Quintero, M., & Díaz, K. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria* 9(18): 47-59 pp.
- Reyes, H., & Capriles, L. (2000). El cacao en Venezuela. *Chocolates El Rey*. Caracas-Venezuela. 270 p.
- Sacred Earth. (2014). Cacao. Obtenido de http://www.sacredearth.com/ethnobotany/plant_profiles/cacao.php
- Salvador, N., Espinoza, E., & Rojas, J. (2012). Manual del cultivo de cacao blanco de Piura. CEPICAFÉ. Piura-Perú. 60 p.
- Soraya, P. (2009). Caracterización química preliminar de cacao (*Theobroma cacao*) de los municipios de Omoa y La Masica, Honduras. Honduras. 97 p.
- Torres, L. (2012). Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador. 141 p
- Verdesoto, P. (2009). Caracterización química preliminar de cacao (*Theobroma cacao*) de los municipios de Omoa y La Masica, Honduras. Universidad Zamorano. Zamora, Honduras. 74 p.
- World Cocoa Foundation. (2017). History of Cocoa. Obtenido de <http://www.worldcocoa.org/about-cocoa/history-of-cocoa/>
- Zambrano, L. (2010). Establecimiento, manejo y capacitación en vivero de cacao (*Theobroma cacao* L.) utilizando dos tipos de injertos en la comunidad de Naranjal y del cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. 97 p

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 30 días

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor | |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|----|
| Tratamientos | 3 | 13.8969 | 4.6323 | 10.4833 | 0.0011 | ** |
| Error | 12 | 5.3025 | 0.4419 | | | |
| Total | 15 | 19.1994 | | | | |

** : Altamente significativo

Anexo 2. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 50 días

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor | |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|----|
| Tratamientos | 3 | 29.7450 | 9.9150 | 6.4435 | 0.0076 | ** |
| Error | 12 | 18.4650 | 1.5388 | | | |
| Total | 15 | 48.2100 | | | | |

** : Altamente significativo

Anexo 3. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 70 días

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor | |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|----|
| Tratamientos | 3 | 19.8925 | 6.6308 | 11.8320 | 0.0007 | ** |
| Error | 12 | 6.7250 | 0.5604 | | | |
| Total | 15 | 26.6175 | | | | |

** : Altamente significativo

Anexo 4. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 30 días

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor | |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|------|
| Tratamientos | 3 | 0.0439 | 0.0146 | 3.7826 | 0.0404 | N.S. |
| Error | 12 | 0.0465 | 0.0039 | | | |
| Total | 15 | 0.0904 | | | | |

N.S.: No significativo

Anexo 5. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 50 días

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| Tratamientos | 3 | 0.0623 | 0.0208 | 4.1118 | 0.0320 * |
| Error | 12 | 0.0606 | 0.0050 | | |
| Total | 15 | 0.1228 | | | |

*: Significativo

Anexo 6. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 70 días

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| Tratamientos | 3 | 0.0852 | 0.0284 | 4.5851 | 0.0232 * |
| Error | 12 | 0.0744 | 0.0062 | | |
| Total | 15 | 0.1596 | | | |

*: significativo

Anexo 7. Análisis de varianza de la variable número de hojas por planta a los 30 días

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| Tratamientos | 3 | 0.4250 | 0.1417 | 48.5714 | <0.0001 ** |
| Error | 12 | 0.0350 | 0.0029 | | |
| Total | 15 | 0.4600 | | | |

** : Altamente significativo

Anexo 8. Análisis de varianza de la variable número de hojas por planta a los 50 días

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| Tratamientos | 3 | 2.9850 | 0.9950 | 159.2000 | <0.0001 ** |
| Error | 12 | 0.0750 | 0.0062 | | |
| Total | 15 | 3.0600 | | | |

** : Altamente significativo

Anexo 9. Análisis de varianza de la variable número de hojas por planta a los 70 días

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| Tratamientos | 3 | 11.8250 | 3.9417 | 160.3390 | <0.0001 ** |
| Error | 12 | 0.2950 | 0.0246 | | |
| Total | 15 | 12.1200 | | | |

** : Altamente significativo

Anexo 10. Análisis de varianza de la variable longitud radicular a los 70 días

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| Tratamientos | 3 | 21.6569 | 7.2190 | 26.0730 | <0.0001 ** |
| Error | 12 | 3.3225 | 0.2769 | | |
| Total | 15 | 24.9794 | | | |

** : Altamente significativo

Anexo 11. Análisis de varianza de la variable porcentaje de sobrevivencia

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F. Calc. | p-valor |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| Tratamientos | 3 | 2431.2500 | 810.4167 | 31.1200 | <0.0001 ** |
| Error | 12 | 312.5000 | 26.0417 | | |
| Total | 15 | 2743.7500 | | | |

** : Altamente significativo

Anexo 12. Datos obtenidos de las variables evaluadas

| Repeticiones | Tratamientos | Altura de planta a los 30 días (cm) | Altura de planta a los 50 días (cm) | Altura de planta a los 70 días (cm) | Diámetro del tallo a los 30 días (cm) | Diámetro del tallo a los 50 días (cm) | Diámetro del tallo a los 70 días (cm) | Número de hojas por planta a los 30 días | Número de hojas por planta a los 50 días | Número de hojas por planta a los 70 días | Longitud radicular a los 70 días | Sobrevivencia (%) |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|----------------------------------|-------------------|
| I | T ₁ : Testigo absoluto | 19.5 | 27.5 | 48.8 | 1.45 | 1.67 | 1.86 | 3.3 | 6.2 | 13.8 | 24.0 | 60 |
| I | T ₂ : Humi Rossi 20 | 20.1 | 26.3 | 48.5 | 1.34 | 1.54 | 1.76 | 3.5 | 6.6 | 14.6 | 23.7 | 80 |
| I | T ₃ : Pow humus | 21.3 | 30.1 | 51 | 1.58 | 1.82 | 2.07 | 3.7 | 7.1 | 15.7 | 25.6 | 80 |
| I | T ₄ : Algaser Plus | 22.4 | 31.2 | 52.1 | 1.55 | 1.78 | 2.03 | 3.8 | 7.4 | 16.2 | 27.4 | 85 |
| II | T ₁ : Testigo absoluto | 18.7 | 27.8 | 48.6 | 1.38 | 1.59 | 1.81 | 3.3 | 6.3 | 13.9 | 23.8 | 55 |
| II | T ₂ : Humi Rossi 20 | 20.9 | 27.5 | 49.5 | 1.4 | 1.61 | 1.84 | 3.4 | 6.6 | 14.5 | 24.5 | 80 |
| II | T ₃ : Pow humus | 21.1 | 29.7 | 50.7 | 1.39 | 1.6 | 1.82 | 3.6 | 7.1 | 15.5 | 25.4 | 85 |
| II | T ₄ : Algaser Plus | 21.7 | 28.6 | 50.5 | 1.45 | 1.67 | 1.90 | 3.7 | 7.4 | 16.1 | 26.7 | 95 |
| III | T ₁ : Testigo absoluto | 18.7 | 26.7 | 48 | 1.35 | 1.55 | 1.77 | 3.4 | 6.2 | 13.9 | 23.4 | 65 |
| III | T ₂ : Humi Rossi 20 | 19.6 | 27.1 | 48.7 | 1.42 | 1.63 | 1.86 | 3.4 | 6.4 | 14.2 | 23.9 | 85 |
| III | T ₃ : Pow humus | 19.5 | 30.1 | 50.1 | 1.4 | 1.61 | 1.84 | 3.6 | 6.9 | 15.2 | 24.9 | 85 |
| III | T ₄ : Algaser Plus | 20.7 | 31.6 | 51.5 | 1.5 | 1.73 | 1.97 | 3.8 | 7.3 | 16.1 | 26.5 | 95 |
| IV | T ₁ : Testigo absoluto | 19.6 | 28.3 | 49.3 | 1.42 | 1.61 | 1.84 | 3.4 | 6.3 | 14.1 | 24.3 | 60 |
| IV | T ₂ : Humi Rossi 20 | 20.5 | 30.6 | 50.9 | 1.43 | 1.64 | 1.87 | 3.5 | 6.6 | 14.6 | 25.5 | 90 |
| IV | T ₃ : Pow humus | 20.9 | 30.9 | 51.2 | 1.48 | 1.7 | 1.96 | 3.6 | 7.0 | 15.4 | 25.8 | 95 |
| IV | T ₄ : Algaser Plus | 22.1 | 31.2 | 52 | 1.6 | 1.84 | 2.10 | 3.8 | 7.4 | 16.2 | 27.1 | 95 |



Anexo 13. Sustrato utilizado en el ensayo



Anexo 14. Llenado de fundas



Anexo 15. Extracción de las semillas para la siembra



Anexo 16. Emergencia de plántulas



Anexo 17. Plántulas de cacao a los 20 días



Anexo 18. Primera evaluación del diámetro del tallo



Anexo 19. Distribución de las plántulas en el ensayo



Anexo 20. Aplicación de los productos en estudio



Anexo 21. Aplicación de fertilizante edáfico



Anexo 22. Segunda evaluación del diámetro del tallo