



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

“Aplicación de bioestimulantes en papaya (*Carica papaya* L.), y su efecto
sobre la germinación y vigor de plántulas en la zona de Quevedo”

Autor:

Jorge Estuardo Espinoza Gayas

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Moisés Arturo Menacé Almea, M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jorge Estuardo Espinoza Gayas**, 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;

Jorge Estuardo Espinoza Gayas
Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. Moisés Arturo Menacé Almea, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Jorge Estuardo Espinoza Gayas**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Aplicación de bioestimulantes en papaya (*Carica papaya* L.), y su efecto sobre la germinación y vigor de plántulas en la zona de Quevedo**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

Ing. Moisés Arturo Menacé Almea, M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación

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

El suscrito **Ing. Moisés Arturo Menacé Almea, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Aplicación de bioestimulantes en papaya (*Carica papaya L.*), y su efecto sobre la germinación y vigor de plántulas en la zona de Quevedo**”, perteneciente a la estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica **Jorge Estuardo Espinoza Gayas**, 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 6 %.

URKUND

Documento	PROY. INV. Jorge Espinoza 21.02.2020.docx (D64222406)
Presentado	2020-02-21 10:00 (-05:00)
Presentado por	rgaibor@uteq.edu.ec
Recibido	rgaibor.uteq@analysis.orkund.com

6% de estas 15 páginas, se componen de texto presente en 7 fuentes.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analyzed Document: PROY. INV. Jorge Espinoza 21.02.2020.docx (D64222406)
Submitted: 2/21/2020 4:00:00 PM
Submitted By: rgaibor@uteq.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:
TESIS JAZMIN COELLO MUÑOZ.docx (D57481041)
Tesis Cedeño Henry Papaya 19.08.2015.docx (D15061915)
Tesis Jonathan Cervantes 18.09.2018.docx (D41557762)
tesis_final_Garcia final finalfinal.docx (D57400481)
02-1-18-Tesis-alcivar-Germinacion-papaya.docx (D34355831)
https://publicaciones.poscosecha.com/es/index.php?controller=attachment&id_attachment=46
<https://www.slideshare.net/liliamdanzalivisic3/papaya-102176259>

Instances where selected sources appear:
17

Ing. Moisés Arturo Menacé Almea, M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Aplicación de bioestimulantes en papaya (*Carica papaya* L.), y su efecto sobre la germinación y vigor de plántulas en la zona de Quevedo”

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

Ingeniero Agrónomo

Aprobado por:

Ing. Ramiro Gaibor Fernández, M. Sc.

Presidente del Tribunal

Ing. Luis Llerena Ramos, M. Sc.

Miembro del Tribunal

Dr. Fernando Abasolo Pacheco

Miembro del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, por permitirme culminar una etapa más con éxito y determinación.

A mis padres, quienes son el pilar fundamental de mi vida y mi principal motivación para seguir cada día luchando por mis metas y sueños más anhelados.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias, considerada como mi segundo hogar donde he vivido los últimos años más intensos y memorables que guardaré en mis memorias y me han servido en esta carrera para poder lograr ser un profesional con altos valores éticos y morales.

A mis docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por contribuir con sus conocimientos y enseñanzas para lograr formarme en Ingeniero Agrónomo les agradezco su paciencia y consejos gracias por su amistad.

A mis compañeros, por darle alegría a cada momento vivido dentro de las aulas, por ser cómplices en diferentes eventos y formar una fraterna amistad que prevalecerá siempre.

A todos ustedes les estaré eternamente agradecidos.

Jorge Estuardo Espinoza Gayas

DEDICATORIA

A Dios, por bendecirme cada día y brindarme de salud y fortaleza para culminar con esta etapa exitosamente.

A mis padres, por sus esfuerzos y ánimos diarios para no desistir jamás éste logro es en honor a su confianza depositada en mí.

A mis familiares, que de alguna forma me brindaron de su ayuda y apoyo con un consejo o preocupándose por mi estado diario.

Jorge Estuardo Espinoza Gayas

RESUMEN

La utilización de productos bioestimulantes son requeridos constantemente en la práctica agrícola actual para reducir, fortalecer y garantizar un buen desempeño en la etapa de vivero, que es una de las actividades primordiales que se busca en el área frutícola para obtener plántulas de calidad a la hora de efectuar el trasplante al terreno definitivo. Con base a lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la germinación y vigor de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) en la zona de Quevedo. La presente investigación se llevó a cabo en la Finca “Macías” en el recinto El Carmen del cantón Buena Fe. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron: T₁: Synergise (1 l ha⁻¹), T₂: Biotek (2 l ha⁻¹), T₃: Complefol azul soluble (2 kg ha⁻¹) y T₄: Testigo (Sin aplicación). Los resultados obtenidos indicaron que con Synergise (1 l ha⁻¹) se obtuvo un mayor porcentaje de semillas germinadas (88.50 %), superando significativamente al testigo que apenas produjo un 59.00 % de semillas germinadas. Synergise (1 l ha⁻¹) promovió del crecimiento de plántulas, de tal manera que, al aplicar este producto, se obtuvieron plantas más altas a los 20 (4.60 cm), 30 (7.93 cm), 40 (12.15 cm) y 50 días (23.78 cm). El engrose de tallo de las plántulas de papaya fue potenciado al aplicarse Synergise (1 l ha⁻¹), mostrando plantas con tallo de mayor diámetro en las cuatro evaluaciones realizadas, con promedios de 1.23, 2.65, 3.31 y 5.97 cm, a los 20, 30, 40 y 50 días de edad de las plántulas, respectivamente. Con la aplicación de Synergise (1 l ha⁻¹) se apreció un mayor desarrollo radicular, promoviendo el crecimiento de raíces (27.10 cm de longitud) y su peso (25.25 g).

Palabras claves: bioestimulantes, germinación, vivero, trasplante.

ABSTRACT

The use of biostimulant products are constantly required in current agricultural practice to reduce, strengthen and guarantee a good performance in the nursery stage, which is one of the main activities that is sought in the fruit growing area to obtain quality seedlings at the time to carry out the transplant to the final land. Based on the above, the present investigation aimed to evaluate the effect of the application of biostimulants on the germination and vigor of papaya (*Carica papaya* L.) seedlings in the Quevedo area. The present investigation was carried out at the “Macías” farm in the El Carmen area of Buena Fe canton. A completely randomized design with four treatments in four creeps was used. The treatments studied were: T1: Synergise (1 l ha⁻¹), T2: Biotek (2 l ha⁻¹), T3: soluble blue Complefol (2 kg ha⁻¹) and T4: Control (No application). The results obtained indicated that with Synergise (1 l ha⁻¹) a higher percentage of germinated seeds (88.50%) was obtained, significantly exceeding the control that barely produced 59.00% of germinated seeds. Synergise (1 l ha⁻¹) promoted the growth of seedlings, in such a way that, when applying this product, taller plants were obtained at 20 (4.60 cm), 30 (7.93 cm), 40 (12.15 cm) and 50 days (23.78 cm). The stem thickening of papaya seedlings was enhanced by applying Synergise (1 l ha⁻¹), showing plants with a larger diameter stem in the four evaluations carried out, with averages of 1.23, 2.65, 3.31 and 5.97 cm, at 20, 30, 40 and 50 days old of the seedlings, respectively. With the application of Synergise (1 l ha⁻¹) a greater root development was observed, promoting root growth (27.10 cm in length) and their weight (25.25 g).

Keywords: Biostimulants, germination, nursery, transplant.

TABLA DE CONTENIDOS

Portada	i
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
Abstract	ix
Tabla de contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Anexos	xiv
Código Dublín	xv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL 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. Marco teórico	7
2.1.1. Generalidades del cultivo de papaya	7
2.1.1.1. Descripción botánica	8
2.1.1.2. Requerimientos edafoclimáticos	9
2.1.1.3. Viveros de papaya	10
2.1.2. Sustrato.....	11

2.1.3.	Factores que afectan la germinación	12
2.1.3.1.	Latencia	12
2.1.3.2.	La latencia morfológica o endógena	12
2.1.3.3.	Latencia combinada.....	12
2.1.4.	Variedad de papaya Maradol.....	12
2.1.5.	Bioestimulantes en la agricultura	13
2.1.5.1.	Tipos de bioestimulantes	15
2.1.6.	Synergise	15
2.1.7.	Complefol azul soluble.....	17
2.1.8.	Biotek	17

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Localización de la investigación	20
3.2.	Tipo de investigación	20
3.3.	Métodos de investigación.....	20
3.4.	Fuentes de recopilación de la información.....	20
3.5.	Tratamientos estudiados	21
3.6.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	21
3.6.1.	Especificaciones del experimento	21
3.7.	Instrumentos de investigación	22
3.7.1.	Manejo del experimento.....	22
3.7.1.1.	Pre-germinación de la semilla	22
3.7.1.2.	Preparación del sustrato y llenado de fundas	22
3.7.1.3.	Siembra.....	22
3.7.1.4.	Aplicación de los bioestimulantes.....	23
3.7.1.5.	Control de malezas	23
3.7.1.6.	Riego	23
3.7.1.7.	Control de plagas y enfermedades.....	23
3.7.2.	Variables evaluadas.....	24
3.7.2.1.	Porcentaje de germinación	24
3.7.2.2.	Altura de planta (cm).....	24
3.7.2.3.	Diámetro del tallo (cm)	24
3.7.2.4.	Longitud de la raíz (cm)	24

3.7.2.5. Peso fresco de la raíz (g)	25
3.8. Recursos humanos y materiales	25
3.8.1. Recursos humanos	25
3.8.2. Recursos materiales	25
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Resultados	27
4.1.1. Germinación de semillas	27
4.1.2. Altura de planta (cm).....	27
4.1.3. Diámetro del tallo (cm)	28
4.1.4. Longitud de la raíz (cm)	30
4.1.5. Peso fresco de la raíz (g)	30
4.2. Discusión	31
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. Conclusiones	34
5.2. Recomendaciones	34
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	
6.1. Referencias bibliográficas	36
CAPÍTULO VII. ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características químicas de Synergise	16
Tabla 2.	Características químicas de Biotek	18
Tabla 3.	Características químicas de Complefol azul soluble.....	17
Tabla 4.	Esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo	21
Tabla 5.	Descripción de la aplicación de los tratamientos	23
Tabla 6.	Porcentaje de germinación.	27
Tabla 7.	Altura de planta	28
Tabla 8.	Diámetro del tallo.....	29
Tabla 9.	Longitud de la raíz.....	30
Tabla 10.	Peso fresco de la raíz	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la variable porcentaje de germinación	41
Anexo 2. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 20 días.....	41
Anexo 3. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 30 días.....	41
Anexo 4. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 40 días.....	41
Anexo 5. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 50 días.....	41
Anexo 6. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 20 días.	41
Anexo 7. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 30 días.	42
Anexo 8. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 40 días.	42
Anexo 9. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 50 días.	42
Anexo 10. Análisis de varianza de la variable longitud de la raíz a los 50 días	42
Anexo 11. Análisis de varianza de la variable peso fresco de la raíz a los 50 días.....	42
Anexo 12. Trasplante de las plántulas a las fundas llenas de sustrato	43
Anexo 13. Evaluación de la altura de planta	43
Anexo 14. Evaluación del diámetro del tallo	44
Anexo 15. Extracción de las raíces para la evaluación de la longitud y peso de la raíz	44

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Aplicación de bioestimulantes en papaya (<i>Carica papaya</i> L.), y su efecto sobre la germinación y vigor de plántulas en la zona de Quevedo
Autor:	Jorge Estuardo Espinoza Gayas
Palabras clave:	Bioestimulantes, germinación, vivero, trasplante.
Fecha de publicación	
Editorial:	
Resumen:	<p>La utilización de productos bioestimulantes son requeridos constantemente en la práctica agrícola actual para reducir, fortalecer y garantizar un buen desempeño en la etapa de vivero, que es una de las actividades primordiales que se busca en el área frutícola para obtener plántulas de calidad a la hora de efectuar el trasplante al terreno definitivo. Con base a lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la germinación y vigor de plántulas de papaya (<i>Carica papaya</i> L.) en la zona de Quevedo. La presente investigación se llevó a cabo en la Finca “Macías” en el recinto El Carmen del cantón Buena Fe. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron: T₁: Synergise (1 l ha⁻¹), T₂: Biotek (2 l ha⁻¹), T₃: Complefol azul soluble (2 kg ha⁻¹) y T₄: Testigo (Sin aplicación). Los resultados obtenidos indicaron que con Synergise (1 l ha⁻¹) se obtuvo un mayor porcentaje de semillas germinadas (88.50 %), superando significativamente al testigo que apenas produjo un 59.00 % de semillas germinadas. Synergise (1 l ha⁻¹) promovió del crecimiento de plántulas, de tal manera que, al aplicar este producto, se obtuvieron plantas más altas a los 20 (4.60 cm), 30 (7.93 cm), 40 (12.15 cm) y 50 días (23.78 cm). El engrose de tallo de las plántulas de papaya fue potenciado al aplicarse Synergise (1 l ha⁻¹), mostrando plantas con tallo de mayor diámetro en las cuatro evaluaciones realizadas, con promedios de 1.23, 2.65, 3.31 y 5.97 cm, a los 20, 30, 40 y 50 días de edad de las plántulas, respectivamente. Con la aplicación de Synergise (1 l ha⁻¹) se apreció un mayor desarrollo radicular, promoviendo el crecimiento de raíces (27.10 cm de longitud) y su peso (25.25 g).</p>
Descripción:	
Url	

INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.) se ha posicionado como uno de los cultivos frutales de mayor consumo debido a sus características organolépticas en cuanto a su excelente sabor, además de ser una fruta con alto valor nutricional haciéndola más cotizada en el mercado nacional como en la exportación de fruta fresca e incluso en la elaboración de productos industrializados como alimentos, fármacos productos estéticos entre otros.

En Ecuador, Guayas es la segunda mayor productora de papaya bajo el mismo sistema de siembra, con una superficie cosechada de 231 hectáreas; por otra parte, en asociación con otras especies la provincia de Esmeralda posee 17 % del área nacional, Morona Santiago 16 %, Manabí 14 % y Guayas 11 (Angulo, 2015). Es un producto tradicional en Ecuador siendo la papaya de variedad criolla la que presenta una amplia tradición de cultivo en los pequeños productores, en Santo Domingo de los Tsáchilas se ha reconocido como el mayor productor en monocultivo 30 % con una producción de 316 ha distribuidas en 131 UPAs.

La búsqueda de alternativas que promuevan un correcto desarrollo inicial es imperativa al momento de obtener plantas con mayor tolerancia a los estreses abióticos generados en dicha etapa, la aplicación de bioestimulantes en la etapa de vivero se ha convertido en una práctica común que conlleva en la obtención de mejores atributos de calidad, de esta forma facilitando la asimilación de nutrientes, translocación y cumplimiento de sus funciones fisiológicas. Los bioestimulantes se utilizan cada vez más en la agricultura convencional y pueden ayudar a resolver las ineficiencias en el campo que persisten hoy en día a pesar de la mejora de las prácticas de producción.

Considerando lo anterior, es importante explorar los resultados obtenidos de la aplicación de diferentes bioestimulantes en la etapa inicial del cultivo de papaya, es decir en la etapa de vivero, ya que es ampliamente reconocido que el manejo que se les da a las plántulas en esta, condiciona el desarrollo y adaptabilidad de éstas cuando se las trasplanta a campo abierto, puesto que una planta con buenas características de altura, y con un tallo grueso puede soportar con mayor facilidad las condiciones agroclimáticas. En la presente investigación, por tal motivo es importante evaluar diferentes bioestimulantes que se ofertan en el mercado, para poder identificar el de mejor respuesta, para de este modo difundir los beneficios de su uso.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización

1.1.1. Planteamiento del problema

El desarrollo inicial del cultivo de papaya es un factor fundamental para el posterior desarrollo y producción del cultivo en campo definitivo, por lo que es adecuado que en ésta etapa las plantas reciban de un adecuado aporte nutricional que garantice un desarrollo adecuado tanto a nivel de vivero como en la instalación definitiva del cultivo. Cuando no se provee una nutrición adecuada de las plántulas en etapa de vivero, estas pueden morir al ser trasplantadas o pueden permanecer raquílicas, lo que obliga al estudio de técnicas de nutrición que promuevan su desarrollo.

El tratamiento de las semillas previo a la siembra es una práctica ignorada por muchos productores, por lo que someterlas a un proceso de pre germinación resulta indispensable para evaluar el estado de las mismas, evitando la utilización directa a la siembra de semillas vanas. Este proceso no es comúnmente realizado con bioestimulantes que potencialicen el poder germinativo y desarrollo eficiente de las plántulas, lo que limita la obtención de plantas uniformes y en buen estado. En el mercado se ofertan una amplia gama de productos bioestimulantes, sin embargo, estos varían en cuanto a composición y efecto en los cultivos, por lo que es importante su evaluación, previo a implementarlos definitivamente para tratar las plantas para de este modo identificar el que permita obtener los mejores resultados posibles en términos de desarrollo inicial del cultivo.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la germinación y vigor de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) en la zona de Quevedo?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál es el tratamiento que estimula la germinación de las semillas de papaya?

¿Qué tratamiento produce mayor crecimiento y engrose de tallo en plántulas de papaya?

¿Cuál es el tratamiento que promueve el desarrollo radicular de las plántulas de papaya?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la germinación y vigor de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) en la zona de Quevedo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el tratamiento que produzca mayor germinación de las semillas de papaya.
- Establecer el tratamiento que produzca mayor crecimiento y engrose de tallo en plántulas de papaya.
- Identificar el tratamiento que promueva el desarrollo radicular de las plántulas de papaya.

1.3. Justificación

La papaya (*Carica papaya* L.) se encuentra entre los frutales tropicales de mayor importancia en el mundo, su fruto es altamente apreciado por su sabor agradable así como su uso industrial para dulces y en la industria farmacéutica, la creciente necesidad de incluir actividades mediante la aplicación de tecnologías integrales en el manejo inicial de la plantación, entendiéndose como tal a la etapa de vivero, es considerado como uno de los indicadores esenciales que logran incidir en la obtención de rendimientos aceptables sin alterar excesivamente los costos de producción.

Es importante añadir que la etapa de vivero en el cultivo de papaya es una actividad relevante para la obtención de plantas con un desarrollo correcto y uniforme, garantizando la calidad de posturas al momento del trasplante al lugar definitivo en campo. Debido a que una planta correctamente nutrida desde el inicio de su desarrollo no presentará o se reducirá en todo caso problemas de estrés que se relacionen al del trasplantarse y se evitaría en gran porcentaje las pérdidas de plantas. Por tal motivo los productores tienen el gran reto de lograr la calidad de plantas que presentes una buena estructura y así en obtener mayores posibilidades de alcanzar un desarrollo eficiente a nivel de campo.

Finalmente, la posibilidad de realizar investigaciones e implementar acciones en este campo afianzaría a la UTEQ y al Ecuador dentro de los países de eficientes potenciales productivos y en consecuencia poniendo a disposición de agricultores sumidos en este cultivo nuevas tecnologías para el proceso de producción de una manera accesible y ambientalmente amigable lograrían cumplir los requerimientos de los consumidores.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades del cultivo de papaya

Aunque se cree que es originaria del Sur de México y/o América Central, no se ha podido precisar el punto geográfico de su origen, pero indudablemente está en la región de América tropical. Entre los botánicos existe una controversia en cuanto al origen de la papaya (*Carica papaya* L.), algunos la sitúan en el área del Caribe, otros en el Sur de México y Nicaragua. Otros mencionan el Noroeste de América del Sur. En el vertiente oriental de los Andes, debido que en esta última región se localiza la mayor diversidad de especies del género *Carica* (Carmona, 2006).

La papaya se considera de Centroamérica a pesar de no haberse encontrado en forma silvestre, sin embargo, se han observado especies afines como *Carica peltata* y otras formas primitivas de frutos pequeños, que aparecen en poblaciones espontáneas ubicadas desde el sur de América Central hasta el Noroeste de América del Sur (Rodríguez *et al.*, 2014).

La papaya es reconocida como un cultivo frutícola de relevante importancia económica y social dentro de las regiones tropicales y subtropicales del mundo, se destaca por ser una planta de crecimiento veloz caracterizándose por tener una producción de forma temprana y continua durante un largo período (Escamilla *et al.*, 2003). Por el cual, requiere de elevadas cantidades de agua y productos fertilizantes que estimulen y proporcionen los medios necesarios para su desarrollo. A su vez, este cultivo puede llegar a ser afectado por distintos factores de tipos abióticos o bióticos los que afectan directamente al vigor y sanidad de las plantas, relacionándose directamente con las caídas en los niveles de rendimientos y lo esencial que es la calidad del fruto (Montenegro, 2016).

Esta fruta tiene la particularidad de crecer en diferentes tipos de suelo, dependiendo de que estos suelos dispongan de un excelente drenaje, ya que, es una de las contingencias primordiales a seleccionar para la instalación de este cultivo (Vázquez *et al.*, 2010), de acuerdo a los valores del pH estos pueden oscilar de valores cercanos a 5.5. Por otra parte, hay que destacar que la variedad de papaya Maradol roja es una de las que más ha reportado datos de correcta adaptación a estas medidas manteniendo rendimientos óptimos (Córdova y Loor, 2014).

La producción de éste cultivo diariamente está resultando en gran importancia económica mundialmente, ya que su consumo puede realizarse tanto como una fruta fresca o pasar por un proceso de procesamiento dentro del área farmacéutica, medicina, culinario, industria cervecera y bebidas no alcohólicas. No obstante, los peligros y riesgos que presenta la instalación de la papaya radican básicamente en lo que supone el control de los virus que forman parte de un importante grupo de patógenos que afectan este cultivo (Cruz y Portal, 2010).

2.1.1.1. Descripción botánica

De acuerdo a García y García (2017), la papaya se caracteriza por presentar la siguiente descripción botánica:

- **Raíz:** dispone de una raíz principal pivotante que tiene la capacidad de desarrollo de hasta un metro de profundidad, en cambio las raíces secundarias tienen una longitud de 80 cm de desarrollo y una mayor concentración de raíces absorbentes pueden hallarse dentro de los 20 cm primeros del suelo.
- **Tallo:** al ser una planta arbustiva su tallo se considera hueco con la única excepción de la presencia de los nudos, logra presentar alturas entre 8 a 10 metros dispuestos hasta en 3 ciclos agrícolas y a su vez desarrolla un diámetro de 10 a 30 cm. Su tipo de desarrollo es de un solo eje, no obstante, en los nudos están provistos de una yema que lograría convertirse en rama.
- **Hojas:** las hojas de la papaya tienen un tipo de crecimiento simple con hojas alternas y de forma palmeadas. Su limbo tiene una longitud de 25 a 75 cm y logra tener entre 7 a 10 lóbulos, a diferencia de su peciolo que el largo disponiendo de una longitud que llega hasta los 125 cm y su pigmentación varía entre morado y verde de acuerdo a la variedad principalmente, semanalmente tiene una producción de dos hojas. Es importante poder añadir que una planta de características normales en su desarrollo deberá disponer de por lo menos 30 hojas funcionales para lograr cumplir con sus procesos fisiológicos relacionados.
- **Flores:** las flores de la papaya son de color blanco, se originan en el tallo muy cerca de las axilas de las hojas, se denominan por poseer de 5 pétalos y 5 sépalos. Hay que

destacar que la polinización de las flores tanto femeninas como hermafroditas se efectúa por medio de la influencia del viento y en grandes ocasiones por insectos. Se debe recalcar que se originan tres tipos diferentes de flores entre ellas tenemos a la flor femenina o pistilada, las flores masculina o estaminadas y la flor hermafrodita.

Finalmente, la semilla logra alcanzar su madurez al momento que también conlleva la maduración del fruto de la papaya, concentrándose las semillas en el saco seminal y a su vez se encuentran rodeadas de tejidos mucilaginosos o sarcotesta. Por otro lado, el fruto es catalogado según el tipo de la flor, por el cual solo las hermafroditas son las que conllevan importancia económica debido a su forma aplanada, teniendo un espacio de tiempo aproximado entre 8 a 20 semanas lo que permitirá alcanzar la madurez fisiológica para ser cosechados (Angulo, 2015).

2.1.1.2. Requerimientos edafoclimáticos

El cultivo de papaya requiere de suelos con textura franca o franco-arenosa, bien aireados, permeables, profundos. No obstante, se adapta bien a suelos de diferentes tipos, siempre que presente un excelente sistema de drenaje, por el cual suelos con características como pesados, que registren compactación o poca aireación no son recomendables para esta actividad (León *et al.*, 2018).

De acuerdo al pH este cultivo debe mantenerse entre 5 y 7 siendo los rangos óptimos de 5.5 a 6.5 para garantizar un buen desarrollo. Otro de los factores importantes es la temperatura la cual podría limitar el desarrollo, por lo que los cambios en las condiciones de luminosidad, temperatura y radiación lograrían encaminar a pérdidas en la fase de formación. Donde el rango óptimo de temperatura es de 21°C a 31°C donde la temperatura de 25°C es la ideal para el cultivo, temperaturas bajo este rango 20°C y por encima a 35°C producen alteraciones florales afectando la producción y calidad de las frutas (Cardona, Araméndiz, y Barrera, 2009).

En el caso de la pluviosidad promedio la papaya debe recibir entre 1500 y 2000 mm anuales distribuidos sin ninguna anomalía, manteniendo la humedad relativa entre el 60 y el 85 %. Por otra parte, la presencia de vientos fuertes ocasionando daños en las hojas, lo que reduciría el área fotosintética exponiendo los frutos al sol y provocaría su caída, además hay

que recalcar que la deficiente humedad dificulta el cuajado de frutos y ocasiona la caída prematura de hojas (León *et al.*, 2018).

El cultivo de papaya no tolera el encharcamiento, ni por pocas horas. Además, si existen presencia de piedras en el terreno puede afectar negativamente al anclaje de la planta lo que provocaría el volcamiento de plantas adultas. Siempre será recomendable mantener una excelente fertilidad y sembrar en terrenos con una pendiente menor al 5% para poder realizar las labores de mecanización (García, 2010).

2.1.1.3. Viveros de papaya

Obtener plántulas de calidad con una notable disminución en el tiempo que permanecen en el vivero antes de ser trasplantadas es primordial para el agricultor y una de las premisas para lograr ésta situación es la aplicación de biofertilizantes o bioestimulantes micorrízicos que obtienen resultados excelentes en la aplicación a la papaya (Ley-Rivas *et al.*, 2017).

En cuanto al tiempo de trasplante es recomendable que se efectúe al momento que hayan transcurrido de 40 a 50 días después que germinen las semillas, no obstante, hay agricultores que efectúan ésta actividad cuando la planta tiene entre 16 a 45 días desde que germina y otro porcentaje de productores prefieren hacerlo cuando las plántulas están entre 46 a 60 días (Andrade-Rodríguez *et al.*, 2008).

Se puede destacar a su vez que la siembra de la semilla también puede realizársela directamente en el campo, no obstante, lo recomendable es aplicar el sistema de siembra por vivero, en la selección del sitio de vivero es esencial que éste cerca del área de siembra, disponer de agua y estar con protección de los rayos del sol con polisombra o cualquier otro material, de acuerdo a la cantidad del material de siembra se establecerá las dimensiones y formas del vivero (Quiñones-Aguilar, López-Pérez, & Rincón-Enríquez, 2014). Por consiguiente, es imperativo realizar la desinfección del suelo antes de sembrar las semillas evitando así el ataque de hongos, tratando de tener un sustrato, poroso con excelente drenaje y adecuada retención de la humedad. En cuanto a la siembra realizada en las bolsas hay que recalcar que cuando se utilizan semillas que proceden de plantas hermafroditas se pueden utilizar hasta 2 semillas por bolsa de siembra, mientras que si son procedentes de cruzamientos entre plantas hembra y macho se deben sembrar de 4 a 5 semillas por bolsa (Andrade-Rodríguez *et al.*, 2008).

Singularmente se debe considerar que el cubrimiento de los semilleros o vivero del cultivo de papaya mediante el uso de una malla de polipropileno ha logrado disminuir la infección de éstas con el PRSV-p, situación que se presenta con énfasis durante la época de siembra de las semillas incluyendo una mayor presencia de insectos áfidos los mismos que actúan como vectores de éste virus. Además de lo mencionado el cubrimiento de las plantas también ha reflejado en un vigor prematuro de las plantas, tanto en variables de diámetro como en altura, entre otros (Hernández, Marín, y Villanueva, 2005).

El uso de malla de polipropileno en el vivero ha acelerado el desarrollo de las plantas en el cultivo de papaya, lo que logra reflejarse en el campo resultados positivos en cuando al aumento del vigor (diámetro, altura, número de hojas) y, además cantidades mayores de frutos lo que deben comercializarse durante los 3 periodos previsto a la cosecha amarrados durante los primeros tres meses de cosecha. La presencia de una carga inicial de frutos que haya escapado al efecto detrimental de la enfermedad viral se refleja en un mayor rendimiento por planta (Hernández, Marín, y Villanueva, 2005).

2.1.2. Sustrato

El sustrato se refiere a todo material ya sea natural, sintético de tipo mineral o si no orgánico correspondiente a la mezcla de suelo en donde se depositará la semilla para la respectiva siembra. Actualmente en el mercado existen diversos tipos de sustratos entre los que resaltamos los siguientes: el comercial a base de musgo, vermiculita y perlita y las mezclas que puede elaborar el productor (Zoppolo, *et al.*, 2008).

De manera primordial el sustrato debe permanecer libres de malezas, hongos, bacterias y de manera general de cualquier incidencia con microorganismos fitopatógenos que producirían daños severos en el desarrollo inicial de las plantas. Por otra parte, también se debe caracterizar por estar libre de sustancias tóxicas entre ellos destacan los residuos de herbicidas o materiales vegetativos que contengan efectos alelopáticos que ocasionarían la inhibición en la germinación o desarrollo de la papaya (Mirafuentes, Palacio, y Alonso, 2006). Al realizar la preparación del suelo éste va a depender directamente de las características físicas del suelo, ya que dependerá si el suelo es arcilloso o pesado, por lo que convendría agregar materia orgánica en estado descompuesto completando un 20 % total de la mezcla, además de añadir arena de río o en otro caso cascarilla de arroz en similares proporciones, dicha mezcla no es requerida para suelos que sean sueltos o francos.

Hay que resaltar que no es necesario adicionar abonos químicos a la mezcla del sustrato debido a que las raíces quedan en contacto directo y pueden quemarse, además es conveniente que las bolsas sean agrupadas en un sitio adecuado que permita ejecutar las labores básicas de siembra, limpieza de malezas y aplicación de riego (Arango, 2008)

2.1.3. Factores que afectan la germinación

2.1.3.1. Latencia

Se denominan a aquellas semillas que no logran germinar aun cuando las condiciones son las adecuadas, siendo la capacidad que éstas tienen para retrasar el proceso de germinación hasta que el tiempo y lugar sean los adecuados, puede dotarse como un importante mecanismo de supervivencia que tienen estas plantas, existen diferentes tipos de latencias entre los que se conocen están la latencia exógena que se caracterizan debido a la presencia en el retraso de la germinación ocasionado por las propiedades físicas y químicas en las cubiertas seminales, la latencia mecánica caracteriza en aquellas semillas con cubiertas extremadamente gruesas lo que imposibilita la expansión del embrión (Carmona, 2006).

2.1.3.2. La latencia morfológica o endógena

Está presente cuando el embrión no ha logrado desarrollarse completamente en la fase de maduración conocidos también como embriones rudimentarios que son aquellos embriones que están embebidos con endospermo y embriones no desarrollados que adaptan formas de torpedos alcanzado un tamaño de la mitad de la semilla (Varela y Arana, 2011).

2.1.3.3. Latencia combinada

Caracterizada por presentar una combinación tanto de latencia de tipo endógena y de tipo exógena, como ejemplo puede existir la dormición fisiológica que está asociada a la impermeabilidad del agua en las cubiertas seminales, o existe una asociación entre el endocarpio duro y latencia fisiológica (Doria, 2020).

2.1.4. Variedad de papaya Maradol

La variedad de papaya Maradol proviene de Cuba mediante las actividades efectuadas por el fitomejorador autodidacta, Adolfo Rodríguez Rivera y su esposa María Luisa Nodals

Ochoa, mediante la unión de los nombres de sus creadores se origina la variedad Mar, de María y Adol, de Adolfo. Entre sus características se detalla primordialmente por ser de crecimiento rápido y con ciclo corto de vida corta (Vázquez *et al.* 2010).

Posee un tallo erecto presentando una coloración que parte desde el verde claro, del ápice al verde grisáceo en el resto de su longitud. En el caso de las hojas son palmatilobuladas y están dispuestas de forma espiral a lo largo del tallo, en la parte final están presentes hojas más tiernas y en la parte inferior hojas viejas y secas que se caen consecutivamente a medida que la planta crece (Angulo, 2015). Presenta una raíz principal bastante desarrollada, y raíces secundarias flexibles. Finalmente, los frutos son bayas cuya forma va a depender del tipo de flor que lo origina, para el caso de flores femeninas los que se obtienen son más redondeados, mientras que las flores hermafroditas permiten obtener frutos con forma más piriforme o cilíndrica (Escamilla *et al.*,2003).

2.1.5. Bioestimulantes en la agricultura

La palabra bioestimulante está formada por dos conceptos con significados claramente reconocibles. Por una parte, “bio” significa vida, por otra parte “estimulante” indica que provoca un estímulo. De este modo, se puede decir que la palabra bioestimulante representa la “estimulación de la vida”. Y nada más lejos de la realidad, ya que en el sector agrícola lo que pretendemos con el uso de bioestimulantes no es otra cosa que proteger, dar vida, mejorar y estimular a las plantas (Hoyos, 2019).

Los bioestimulantes agrícolas se encuentran entre los productos más antiguos que se vienen utilizando en la agricultura. Siempre ha existido la necesidad de estimular el crecimiento de las plantas para aumentar los rendimientos y, tanto más, cuando el agricultor ve que su cosecha puede verse mermada, sobre todo, después de haber pasado por una inclemencia meteorológica (Hidalgo, 2017).

Un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismos que, al aplicarse a las plantas, son capaces de mejorar su eficacia, en absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico, abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente en el contenido de nutrientes (Du Jardin, 2015), proporciona incrementos adicionales en los rendimientos de los cultivos, estimula y vigoriza desde la

germinación hasta la fructificación. Reduce el ciclo del cultivo, potenciando la acción de los fertilizantes, lo que permite reducir entre 30 % y 50 % las dosis recomendadas (Díaz *et al.*, 2016). Estos bioproductos, están asociados a la nutrición, relaciones con el agua, estructura del suelo, pH, metales pesados y patógenos (González *et al.*, 2015). Gracias a los bioestimulantes, las plantas obtienen nutrientes capaces de reducir los impactos no deseados al medio ambiente, a la vez que aseguran que los agricultores obtengan un mayor retorno en sus inversiones. Mejoran la calidad de los cultivos: Con su uso, el cultivo tiene una mayor calidad (contenido en azúcares, color, firmeza y absorción de nutrientes) (Ormeño y Ovalle, 2007; Valverde-Lucio *et al.*, 2020)

Al comienzo, sobre los bioestimulantes agrícolas el conocimiento de sus efectos en el cultivo era más avanzado en comparación con su aplicación real en las plantas, con el paso del tiempo esto ha ido cambiando, gracias a las empresas e instituciones que se dedican a la investigación y fabricación de estos compuestos conocemos nuevos componentes bioactivos beneficiosos y su utilidad en las plantas y el cultivo. Sin embargo, el uso del término ‘bioestimulante’ es más reciente. A partir de la mitad de la década de los noventa empiezan a aparecer artículos y publicaciones mencionando el término ‘bioestimulante’ y, hasta hoy, el incremento de uso de este término ha crecido de manera exponencial (Silva, 2012).

Inicialmente, de los bioestimulantes agrícolas se conocían más sus efectos en el cultivo que sus modos de acción en las plantas. Esto ha y sigue cambiando ya que la tecnología e investigación puesta al servicio en este campo por parte de las empresas fabricantes de bioestimulantes agrícolas y centros de investigación públicos y privados, está permitiendo identificar nuevos compuestos bioactivos y microorganismos beneficiosos, así como conocer cada vez más y con mayor precisión cómo actúan en la planta, qué mecanismos bioquímicos y fisiológicos están involucrados, en definitiva, dar luz y una base científica de por qué los bioestimulantes son productos necesarios para la agricultura (Vesga, 2018).

Temperaturas extremas, falta de agua, contaminación y las consecuencias resultantes del cambio climático requieren cada vez más cultivos resistentes capaces de superar situaciones adversas, los bioestimulantes agrícolas aumentan la resistencia de las plantas frente a estas situaciones actuando sobre la fisiología de las mismas a través de canales nutritivos mejorando su rendimiento y calidad ayudando a conservar el suelo tras el cultivo (Veobides, Guridi, y Vázquez, 2018).

2.1.5.1. Tipos de bioestimulantes

Entre los bioestimulantes podemos encontrar una gran variedad de tipologías como, por ejemplo, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, extractos de algas y aminoácidos. Existen más clasificaciones dentro del grupo de bioestimulantes como son los hongos que ofrecen numerosos beneficios para las plantas, las micorrizas o incluso alguna familia de bacterias beneficiosas que actúan a nivel de la biosfera. Hay otros tipos de bioestimulantes, pero los descritos anteriormente son los más utilizados a nivel agrícola (Vesga, 2018).

A partir de las sustancias y microorganismos, mencionados en el párrafo anterior, la industria fabrica productos de origen o combinándolos para usos muy concretos siempre con el fin de estimular, mejorar o proteger a las plantas. Su uso es muy diverso, desde potenciar el desarrollo radicular de las plantas, estimular el crecimiento vegetativo, inducir a una mejor y mayor floración, mejorar la resistencia de las plantas y protegerlas ante diferentes adversidades climáticas como heladas, sequías, etc., hasta influir en el aumento de rendimiento de los cultivos (Silva, 2012).

Teniendo en cuenta la amplia variedad de productos que existen, se debe ser consciente de que cada bioestimulante está diseñado para cumplir una función específica de la planta. Por eso es muy importante saber manejarlos adecuadamente y conocer cuál utilizar en cada momento. La normativa europea regula este sector para evitar posibles fraudes y que el agricultor, como consumidor final, esté protegido (Hidalgo, 2017).

2.1.6. Synergise

YaraVita Synergise NP+Zn está diseñado específicamente para el tratamiento de semillas a fin de asegurar que los cultivos tengan un excelente arranque. Las semillas en estado de germinación tienen requerimientos de elevados de Zinc y Fósforo, en especial las que están plantadas en áreas deficientes en Zn y P, por lo tanto, esta formulación se adecúa a las necesidades de muchas semillas para ayudarlas durante el período de establecimiento temprano (Interagri, 2019).

YaraVita Synergise NP+Zn ha sido sometida a rigurosos tests para asegurar la seguridad de la semilla y no tiene efectos adversos en la germinación. Debido a su alto contenido de

nutrientes, se aplica en dosis bajas a fin de evitar que la semilla se humedezca por demás y lograr, al mismo tiempo, hacer un aporte de nutrientes eficaz. Esto también reduce los requerimientos de almacenamiento, transporte y manipulación. La adhesión a la semilla es excelente y se evita la polvareda que suelen generar los productos en polvo. La formulación fluida es fácil de manejar y muy compatible para mezclas en tanque y co-aplicación con otros tratamientos para semillas con agroquímicos. Esto elimina la necesidad de realizar una operación específica para su aplicación, ahorrando tiempo y dinero (INSPA, 2018).

La formulación fluida hace que sea fácil de medir, verter y mezclar el producto en el tanque de pulverización, al mismo tiempo que aporta el máximo contenido de nutrientes. La inclusión de Fósforo en su formulación hace que sea una "inyección" ideal incluso donde esas deficiencias específicas no se han identificado. YaraVita SYNERGISE ha sido probado rigurosamente en cuanto a seguridad del cultivo y no tiene ningún efecto negativo sobre la germinación de la semilla (Interagri, 2019).

La composición y porcentaje de cada elemento que componen Synergise es la siguiente:

Tabla 1. Características químicas de Synergise

Elemento	Cantidad (%)
Nitrógeno (N)	14.6
Fósforo (P ₂ O ₅)	24.3
Zinc (Zn)	29.1

Fuente: Agrizon (2020)

Elaboración: Autor

Según Agrizon (2020), entre los beneficios de Synergise se destacan:

- Germinación más vigorosa.
- Bajas dosis por kg de semillas, por alta concentración de nutrientes.
- Fácil aplicación, formulación líquida.
- Distribución uniforme.
- Mejor adhesión a la semilla, sin polvo.

- Seguridad y eficacia por su formulación especial libera los nutrientes en forma controlada.
- Mezclable en el tanque con una amplia gama de productos fitosanitarios.

2.1.7. Complefol azul soluble

Es un fertilizante edáfico complejo, de uso agrícola formulado a base de Nitrógeno (nitrato y amoniacal), Fósforo (pentóxido de fósforo), Potasio (Óxido de Potasio) y enriquecido con micro elementos Magnesio (Mg), Azufre (S), Boro (B), Zinc (Zn). Debido a su proceso de fabricación, la calidad y concentración de cada elemento es constante y definida, confiriéndoles una mayor estabilidad y duración en condiciones adversas de almacenamiento lo que lo convierte en un abono de altísima calidad (Nederagro, 2020).

El producto penetra y es absorbido por la planta a través del sistema radicular de los cultivos. Los Nutrientes (N, P y K) son directamente asimilables por la planta; una vez que hayan sufrido los procesos de desdoblamiento microbiano y pasen a formar parte de la solución del suelo, de igual manera sucede con los micro elementos (Mg, S, B, Zn) (Miranda, 2018).

Tabla 2. Características químicas de Complefol azul soluble

Elemento	Cantidad (%)
Nitrógeno	12
Potasio (K ₂ O)	12
Azufre (S)	17
Zinc (Zn)	2
Fósforo (P ₂ O ₅)	20
Magnesio (MgO)	0.02
Boro (B)	0.01

Fuente: Nederagro (2020)

Elaboración: Autor

2.1.8. Biotek

Es un fitoregulator y fertilizante foliar completo con alta concentración de citoquininas de aplicación foliar. Su formulación está diseñada para aumentar y mejorar el rendimiento de

las cosechas. Contiene en forma balanceada el complejo hormonal formado por: Auxinas, giberelinas y citoquininas; macronutrientes (N, P, K); elementos secundarios (Ca, S, Mg); además de estar complementado con vitaminas y todos los microelementos esenciales para intensificar los procesos metabólicos de las plantas, estimulando al máximo su potencial genético (García, 2018).

La acción conjunta de las citoquininas y auxinas permite incrementar la floración, amarre y cuajado de los frutos, así como aumentar y uniformizar el tamaño de los frutos. El alto contenido de citoquininas favorecerá en un mayor número de tallos laterales, incremento en la calidad y tamaño de hojas y frutos, así como un retraso en el envejecimiento de los órganos vegetales; por otro lado, las giberelinas actuarán en la brotación de yemas y elongación de frutos (Vaca, 2011).

Tabla 3. Características químicas de Biotek

Nombre y formula del I.A.	Cantidad
Extractos orgánicos, fitohormonas y vitaminas biológicamente activas	87.60 %
Citoquininas	2197.95 ppm
Giberelinas	33.50 ppm
Auxinas	34.70 ppm
Nitrógeno (N)	7.40 g/l
Fosforo (P)	14.70 g/l
Potasio (K)	15.50 g/l
Calcio (Ca)	3.70 g/l
Magnesio (Mg)	6.20 g/l
Hierro (Fe)	28.30 g/l
Zinc (Zn)	35.70 g/l
Manganeso (Mn)	14.80 g/l
Cobre (Cu)	7.20 g/l
Boro (B)	5.30 g/l
Cobalto (Co)	3.10 g/l
Azufre (S)	53.00 g/l
Molibdeno (Mo)	5.30 g/l

Fuente: Vaca (2011)

Elaboración: Autor

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

El experimento se llevó a cabo en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el km 7.5 de la vía Quevedo – Mocache en la zona del cantón Mocache, provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica es 01°04'48.6" latitud Sur y 79°30'04.2" longitud Oeste, a una altitud de 75 metros sobre el nivel del mar.

El predio se encuentra en una zona climática tropical húmeda, con temperatura media anual de 24,8°C, precipitación media anual de 2252 mm; 84% de humedad relativa y 894.0 horas sol al año. El suelo presenta una topografía plana, textura franco-limoso con un pH promedio de 5.5.

3.2. Tipo de investigación

Se realizó una investigación de tipo experimental, en la cual se tuvo dominio de los factores en estudio (fertilizaciones y niveles de nitrógeno), para identificar su efecto sobre diferentes aspectos agronómicos del cultivo de pimiento, a través de la evaluación de diferentes variables de respuesta que permitió la generación de resultados de acuerdo a los objetivos planteados para dicho proceso investigativo.

3.3. Métodos de investigación

Se utilizaron los métodos inductivo, deductivo y analítico. El método inductivo se utilizó en la identificación de las variables de respuesta en base a los objetivos planteados; el método deductivo para la identificación del efecto específico de los tratamientos en estudio sobre los parámetros agronómicos evaluados. Finalmente, el método analítico sirvió para el análisis de los datos recopilados y la posterior generación de resultados alineados a los objetivos del estudio.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

Se extrajo información de fuentes primarias, mediante la observación directa a través de las variables de respuesta, la cual fue complementada con información proveniente de fuentes secundarias, es decir aquella proveniente de libros, folletos, boletines divulgativos, manuales técnicos, artículos científicos, y documentos en línea

3.5. Tratamientos estudiados

T₁: Synergise (1 l ha⁻¹)

T₂: Biotek (2 l ha⁻¹)

T₃: Complefol azul soluble (2 kg ha⁻¹)

T₄: Testigo (Sin aplicación)

3.6. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones. Todas las variables de respuesta se sometieron al respectivo análisis de varianza y se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la comparación de medias de los tratamientos. La tabulación se la realizó en Excel 2016, y para el análisis estadístico se utilizó Infostat versión 2020.

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

Tabla 4. Esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Error	12
Total	15

3.6.1. Especificaciones del experimento

Número de tratamientos:	4
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales:	16
Número de plantas por unidad experimental:	15
Total de plantas por tratamientos:	60
Total de plantas por repetición:	60
Total de plantas en el ensayo:	240

3.7. Instrumentos de investigación

3.7.1. Manejo del experimento

3.7.1.1. Pre-germinación de la semilla

Se utilizaron 100 semillas para la aplicación de cada tratamiento, teniendo en cuenta posibles problemas de germinación de la semilla debido a su viabilidad. Las semillas se colocaron recipientes plásticos que contenían 1 litro de agua con la dosis correspondiente de cada tratamiento estudio (Ver Tabla 2). Las semillas se sumergieron por un período de 24 horas siguiendo la metodología utilizada por Salvador-Figueroa, Adriano-Anaya, y Becerra-Ortiz (2005). Transcurrido ese tiempo las semillas fueron retiradas de los recipientes y ubicadas en el papel absorbente húmedos que contenían los productos bioestimulantes, después de ocho días fueron descubiertas las semillas para verificar la germinación. Cabe indicar que todo este procedimiento se hizo de la misma manera para el tratamiento testigo con la diferencia que solo se utilizó agua para su efecto.

3.7.1.2. Preparación del sustrato y llenado de fundas

El sustrato estuvo conformado por una mezcla constituida por 50 kg de pollinaza, 100 kg de tierra de huerto (extraída de una plantación de cacao), 25 kg de ceniza y 25 kg de cascarilla de arroz. Los materiales se mezclaron con una pala hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente el sustrato se desinfectó, colocándolo en un plástico negro para solarizarlo por 72 horas. Adicionalmente se aplicó Benomyl 50 PM (Benomil) en dosis de 150 g en 20 litros de agua.

El sustrato de regó hasta que alcanzó su capacidad de campo, lo cual fue constatado por medio de la prueba del puño. Una vez aireado el material se procedió a llenar las bolsas plásticas.

3.7.1.3. Siembra

Las plántulas emergidas se trasplantaron a las fundas con el sustrato indicado, teniendo en cuenta introducir la raíz hasta el nivel de su cuello en el suelo.

3.7.1.4. Aplicación de los bioestimulantes

Adicionalmente a la pre-germinación de la semilla en los diferentes tratamientos, se realizaron dos aplicaciones de los tratamientos, a los 20 y 40 días después del trasplante, utilizando como referencia 3 litros de agua para la mezcla de los diferentes productos a aplicar, utilizando las siguientes dosis.

Tabla 5. Descripción de la aplicación de los tratamientos

Tratamientos	Cantidad de producto por litro de agua
T ₁ : Synergise (1 l ha ⁻¹)	5 cc
T ₂ : Biotek (2 l ha ⁻¹)	10 cc
T ₃ : Complefol azul soluble (2 kg ha ⁻¹)	10 g
T ₄ : Testigo (Sin aplicación)	-

3.7.1.5. Control de malezas

El control de las malezas presentes en las fundas con el sustrato se lo realizó manualmente, extrayendo cada una de éstas de dicho contenedor.

3.7.1.6. Riego

El riego se lo realizó semanalmente utilizando una regadera, teniendo cuidado en golpear las plántulas a fin de no causar daños en éstas.

3.7.1.7. Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades fue el mismo para todos los tratamientos. Cuando las plantas se encontraron en la etapa de hoja verdadera correspondientes desde las 4 a 6 semanas se efectuó una aplicación de 1.50 g por litro de Benlate, con la finalidad de prevenir la enfermedad ocasionada por de *Fusarium spp.* Por otra parte, para el control de insectos de acuerdo a la presencia de insectos plagas en las plantas se efectuaron aplicaciones de Clorpirifos en dosis de 7.5 cc por litro de agua.

3.7.2. Variables evaluadas

3.7.2.1. Porcentaje de germinación

Se contabilizó el número de semillas germinadas por cada tratamiento, para posteriormente determinar el porcentaje de germinación, mediante la siguiente fórmula:

$$P.G.= \frac{NSG}{NSE} *100$$

Dónde:

P.G.: Porcentaje de germinación (%)

NSG: Número de semillas germinadas

NSE: Número de semillas en estudio

3.7.2.2. Altura de planta (cm)

Por cada unidad experimental, se evaluó la altura de las 15 plantas que conformaban cada una de éstas a los 20, 30, 40 y 50 días después del trasplante. Se utilizó una cinta métrica, considerando la altura desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más joven. Posteriormente se determinó el promedio y expresó la medida en centímetros.

3.7.2.3. Diámetro del tallo (cm)

El diámetro del tallo se evaluó a los 20, 30, 40 y 50 días después del trasplante, utilizando un calibrador pie de rey, tomando la medida a 5 cm del nivel del suelo en todas las plantas de cada unidad experimental. Luego se determinó y promedio y la medida fue expresada en centímetros.

3.7.2.4. Longitud de la raíz (cm)

Se midiera la raíz principal de cada una de las plantas que conformaron cada unidad experimental, utilizando una regla, para luego promediar y expresar la medida en centímetros.

3.7.2.5. Peso fresco de la raíz (g)

Para la evaluación de esta variable, se procedió a extraer la raíz de cada una de las 15 plantas de cada unidad experimental, para posteriormente pesarlas en una balanza. Seguidamente se determinó el promedio de peso unitario de raíz y se expresó en gramos.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

Docente Director del Proyecto de Investigación

Estudiante responsable de la investigación

3.8.2. Recursos materiales

- Aspersor de mano
- Bandejas
- Biotek
- Calibre de medición (pie de rey)
- Carretilla
- CD-Rom
- Complefol Azul Soluble
- Computador
- Esfero
- Fundas plásticas
- Impresora
- Libreta de campo
- Machete
- Memoria USB
- Pala
- Papel absorbente
- Recipientes plásticos
- Sustrato para siembra
- Synergise
- Tablero

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Germinación de semillas

Los promedios del porcentaje de germinación de semillas de papaya se presentan en la Tabla 3. El análisis de varianza reportó que los tratamientos evaluados alcanzaron significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 6.76%.

Con la aplicación de Synergise (1 l ha⁻¹) se obtuvo mayor porcentaje de germinación con 88.50%, superando estadísticamente a los demás tratamientos y testigo que registraron valor entre 59.00 y 71.00%. El testigo registró menor porcentaje de germinación.

Tabla 6. Porcentaje de germinación de semillas de papaya en respuesta a aplicación de bioestimulantes en la zona de Quevedo.

Tratamientos	Porcentaje de germinación (%)
T ₁ : Synergise (1 l ha ⁻¹)	88.50 a
T ₂ : Biotek (2 l ha ⁻¹)	71.00 b
T ₃ : Complefol azul soluble (2 kg ha ⁻¹)	67.00 b
T ₄ : Testigo (Sin aplicación)	59.00 c
Promedio	71.38
Coeficiente de variación (%)	6.76

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

4.1.2. Altura de planta (cm)

En la Tabla 4, se presentan los promedios de altura de planta a los 20, 30, 40 y 50 días después del trasplante. El análisis de varianza determinó que los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística para todas las evaluaciones de la altura de planta. Los coeficientes de variación fueron 20.85, 9.22, 6.09 y 9.24 % para las evaluaciones a los 20, 30, 40 y 50 días de edad de las plántulas, respectivamente.

A los 20 día de edad de las plántulas, Synergise produjo plántulas más altas con 4.60 cm, en igualdad estadística con Complefol azul soluble y Biotek que registraron valores de 4.33 y 4.28, respectivamente, superando estadísticamente al testigo que presentó plantas con altura promedio de 3.24 cm a los días de edad del cultivo.

Cuando las plántulas tuvieron una edad de 30 días, con Synergise se obtuvo plántulas más altas con 7.93 cm, sin diferir estadísticamente de Biotek y Complefol soluble azul que presentaron plántulas con altura de 7.00 y 6.95 cm, respectivamente, superando estadísticamente al testigo que produjo plántulas con altura promedio de 5.20 cm.

Al aplicarse Synergise, se obtuvieron plántulas de mayor altura a los 40 días con 12.15 cm, superando estadísticamente a los demás tratamientos que presentaron valores entre 7.65 y 9.90 cm, siendo el testigo el que registró las plántulas de menor altura.

Con la utilización de Synergise se registraron las plántulas de mayor a los 50 días con 23.78 cm, estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron promedios entre 12.00 y 19.10 cm. El testigo produjo plantas de menor altura.

En las cuatro evaluaciones realizadas se pudo apreciar un mayor efecto al aplicarse Synergise, puesto que produjo plantas de mayor altura en cada una de ellas. El testigo fue presentó las plantas de menor altura en cada una de las evaluaciones. No se apreciaron diferencias significativas entre Biotek y Complefol azul soluble en ninguna de las evaluaciones.

Tabla 7. Altura de planta en el cultivo de papaya (*Carica papaya*) a los 20, 30, 40 y 50 días después del trasplante en respuesta a aplicación de bioestimulantes en la zona de Quevedo.

Tratamientos	Altura de planta (cm)			
	20 días	30 días	40 días	50 días
T ₁ : Synergise (1 l ha ⁻¹)	4.60 a	7.93 a	12.15 a	23.78 a
T ₂ : Biotek (2 l ha ⁻¹)	4.28 a	7.00 a	9.90 b	19.10 b
T ₃ : Complefol azul soluble (2 kg ha ⁻¹)	4.33 a	6.95 a	9.73 b	18.35 b
T ₄ : Testigo (Sin aplicación)	3.24 b	5.20 b	7.65 c	12.00 c
Promedio	4.11	6.77	9.86	18.31
Coefficiente de variación (%)	20.85	9.22	6.09	9.24

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

4.1.3. Diámetro del tallo (cm)

Los promedios del diámetro del tallo de plántulas de papaya a los 20, 30, 40 y 50 días se presentan en la Tabla 5. El análisis de varianza permitió identificar que, para la evaluación a

los 20 días de edad de las plántulas, los tratamientos no alcanzaron el nivel de significancia estadística, con un coeficiente de variación de 16.21%. Para las evaluaciones a los 30, 40 y 50 días, los tratamientos alcanzaron significancia estadística en el nivel 0.01. Los respectivos coeficientes de variación fueron 12.93, 9.42 y 5.99 %.

Con Synergise se registró el mayor diámetro del tallo a los 20 días, con 1.23 cm, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos que produjeron plantas con tallos entre 1.01 y 1.15 cm de diámetro. El testigo produjo plantas con menor diámetro del tallo en esta evaluación.

Cuando las plántulas tuvieron 30 días de edad, las plántulas tratadas con Synergise registraron mayor diámetro del tallo con 2.65 cm, superando estadísticamente a los demás tratamientos que presentaron valores entre 1.63 y 2.05 cm. El testigo presentó plantas con tallos más delgados. Al aplicarse Synergise, se obtuvieron plantas con mayor diámetro del tallo a los 40 días con 3.31 cm, estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron valores entre 2.41 y 2.99 cm, siendo el testigo el que produjo plantas de menor diámetro del tallo en esta evaluación.

A los 50 días de edad de las plántulas, con Synergise se presentó mayor diámetro del tallo con 5.97 cm, superando estadísticamente a los demás tratamientos que registraron valores entre 3.70 y 5.30 cm. El testigo fue el que menor valor de diámetro del tallo produjo en esta evaluación.

Tabla 8. Diámetro del tallo en el cultivo de papaya (*Carica papaya*) a los 20, 30, 40 y 50 días después del trasplante en respuesta a aplicación de bioestimulantes en la zona de Quevedo.

Tratamientos	Diámetro del tallo (cm)			
	20 días	30 días	40 días	50 días
T ₁ : Synergise (1 l ha ⁻¹)	1.23 a	2.65 a	3.31 a	5.97 a
T ₂ : Biotek (2 l ha ⁻¹)	1.15 a	2.05 b	2.99 b	5.30 b
T ₃ : Complefol azul soluble (2 kg ha ⁻¹)	1.09 a	1.75 b	2.78 b	4.81 b
T ₄ : Testigo (Sin aplicación)	1.01 a	1.63 b	2.41 c	3.70 c
Promedio	1.14	2.02	2.87	4.94
Coefficiente de variación (%)	16.21	12.93	9.42	5.99

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

4.1.4. Longitud de la raíz (cm)

En la Tabla 6, se presentan los promedios de la longitud de raíz a los 50 días de edad de las plántulas de papaya. El análisis de varianza determinó que los tratamientos en estudio alcanzaron el nivel 0.05 de significancia estadística. El coeficiente de variación registrado fue de 16.18%.

Con la aplicación de Synergise se registró la mayor longitud de raíz con 27.10 cm, en igualdad estadística con Biotek con 26.05 cm, estadísticamente superiores a Complefol azul soluble y el testigo que registraron valores de 21.70 y 18.60 cm, respectivamente.

Tabla 9. Longitud de la raíz a los 50 días (cm) en plántulas de papaya en respuesta a aplicación de bioestimulantes en la zona de Quevedo.

Tratamientos	Longitud de la raíz (cm)
T ₁ : Synergise (1 l ha ⁻¹)	27.10 a
T ₂ : Biotek (2 l ha ⁻¹)	26.05 a
T ₃ : Complefol azul soluble (2 kg ha ⁻¹)	21.70 b
T ₄ : Testigo (Sin aplicación)	18.60 c
Promedio	23.36
Coefficiente de variación (%)	16.18

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

4.1.5. Peso fresco de la raíz (g)

Los promedios del peso fresco de la raíz se presentan en la Tabla 7. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 14.29%.

El mayor peso de raíz se registró al aplicarse Synergise con 25.25 g, en igualdad estadística con Biotel que presentó raíz con peso promedio de 24.50 g, estadísticamente superiores a Complefol azul soluble y al testigo sin aplicación que presentaron valores de 16.00 y 10.25 g de peso fresco de raíz.

Tabla 10. Peso fresco de la raíz a los 50 días (g) en plántulas de papaya en respuesta a aplicación de bioestimulantes en la zona de Quevedo.

Tratamientos	Peso fresco de la raíz (g)
T ₁ : Synergise (1 l ha ⁻¹)	25.25 a
T ₂ : Biotek (2 l ha ⁻¹)	24.50 a
T ₃ : Complefol azul soluble (2 kg ha ⁻¹)	16.00 b
T ₄ : Testigo (Sin aplicación)	10.25 c
Promedio	19.00
Coefficiente de variación (%)	14.29

Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

4.2. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación, dan indicios de un efecto notorio y significativo de Synergise (1 l ha⁻¹) sobre la germinación de las semillas de papaya, puesto que reflejó un incremento de 29.50% de semillas germinadas, lo que demuestra que este bioestimulante podría promover la germinación, atribuyéndose su efecto a que según la empresa que lo distribuye afirma que este producto está diseñado para el tratamiento de semillas. Esto es corroborado por Vásconez (2016), quien menciona que Synergise contiene una mezcla de nitrógeno, fósforo y zinc que apunta a ser aplicado en las semillas, teniendo un efecto bioestimulante en la germinación y emergencia de plántulas. Respecto a esto, Rengel, Gil, y Montaña (2011), reportaron que al tratar las semillas con Zn (Teprosyn Zn®) al 3%, promovió la brotación y emergencia de mini esquejes de la caña de azúcar var. cp 742005. Además, existen reportes de que el uso de Zn aumentó la germinación de yemas en un 50% en socas de la caña de azúcar en condiciones de bajas temperaturas (Rai *et al.*, 2008), lo cual se ha correlacionado positivamente con el contenido de triptófano y con la actividad del ácido indol acético en dichos órganos vegetativos (Singh *et al.*, 2003).

El crecimiento de las plántulas de papaya fue influenciado positivamente por la aplicación tanto a la semilla como en aspersiones de Synergise (1 l ha⁻¹) mostrando incrementos significativos que superaron notoriamente a los obtenidos con los demás tratamientos, reflejando incrementos en la altura registrada en las evaluaciones realizadas, con 1.36, 2.73, 4.50 y 11.78 cm a los 20, 30, 40 y 50 días, por encima del testigo, respectivamente. Estos

resultados adquieren una mayor relevancia al observarse un efecto similar en cuanto al engrose del tallo de las plántulas, que reflejó incrementos de 0.12, 1.02, 0.90 y 2.27 cm respecto al testigo, a los 20, 30, 40 y 50 días, en su orden al aplicarse Synergise (1 l ha⁻¹). Con estos valores se tiene evidencia de que este bioestimulante, también promueve el crecimiento de las plántulas, así como el engrose del tallo, concordando con Monsalve *et al.* (2009) quienes evidenciaron que el nitrógeno promueve el crecimiento tanto en altura como longitudinal de las plantas, que en el caso de Synergise es del 14.6%, siendo un valor cercano a los que normalmente aportan los bioestimulantes, pero a la actualidad no existen reportes del uso del uso este bioestimulante en especies de interés económico en el país, puesto que no hay antecedente del investigaciones en este ámbito.

El desarrollo radicular de las plántulas fue potenciado por la aplicación de Synergise (1 l ha⁻¹), de tal manera que produjo plántulas con raíces más largas y de mayor peso fresco, sobrepasando en 8.50 cm y 15.00 g a los valores obtenidos en el testigo, respectivamente, lo que se puede atribuir como un efecto de un mayor aporta nutricional del mencionado bioestimulante, que además de promover el crecimiento y engrose del tallo de las plántulas, puede asegurar que las raíces se desarrollen en mayor proporción. Esto podría garantizar una mayor adaptabilidad de las plántulas al momento de llevarlas a campo definitivo (Rosero *et al.*, 2018), puesto que es ampliamente reconocido que la nutrición inicial de las plántulas a su establecimiento en campo es un factor importante para asegurar su adaptación a las condiciones ambientales, y además un buen desarrollo radicular permitirá un mayor anclaje y por ende mayor absorción de nutriente para su desarrollo en las condiciones fuera del vivero (Arizaleta & Pire, 2008). Cabe indicar que es importante establecer la dosis idónea del bioestimulante destacado, puesto que al variar la dosis de podrían obtener resultados diferentes, ya sea positivos o negativos, pero por lo evidenciado en el presente estudio, se puede considerar a Synergise (1 l ha⁻¹) como una opción de bioestimulación de buenos resultados en plántulas de papaya.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Con Synergise (1 l ha⁻¹) se obtuvo un mayor porcentaje de semillas germinadas (88.50 %), superando significativamente al testigo que apenas produjo un 59.00 % de semillas germinadas.
- Synergise (1 l ha⁻¹) promovió del crecimiento de plántulas, de tal manera que, al aplicar este producto, se obtuvieron plantas más altas a los 20 (4.60 cm), 30 (7.93 cm), 40 (12.15 cm) y 50 días (23.78 cm).
- El engrose de tallo de las plántulas de papaya fue potenciado al aplicarse Synergise (1 l ha⁻¹), mostrando plantas con tallo de mayor diámetro en las cuatro evaluaciones realizadas, con promedios de 1.23, 2.65, 3.31 y 5.97 cm, a los 20, 30, 40 y 50 días de edad de las plántulas, respectivamente.
- Con la aplicación de Synergise (1 l ha⁻¹) se apreció un mayor desarrollo radicular, promoviendo el crecimiento de raíces (27.10 cm de longitud) y su peso (25.25 g).

5.2. Recomendaciones

- Replicar el presente estudio en diferentes condiciones agroclimáticas para determinar similitudes y diferencias en los resultados obtenidos en el presente estudio.
- Evaluar diferentes dosis de los tratamientos en estudio a fin de identificar la que produzca una mejor respuesta tanto en germinación como en el desarrollo de las plántulas de papaya.
- Efectuar un análisis económico de los tratamientos estudiados con la finalidad establecer el que representa mayor rentabilidad para el productor.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas

- Agrizon. (2020). YaraVita Synergise NP+Zn. Obtenido de <https://www.e-agrizon.com/wp-content/uploads/2020/06/YaraVita-Synergise.pdf>.
- Andrade-Rodríguez, M., Ayala-Hernández, J., Alia-Tejacal, I., H Rodríguez-Mendoza, C., Acosta-Durán, M., & López-Martínez, V. (2008). Efecto de promotores de la germinación y sustratos en el desarrollo de plántulas de papaya. *Revista de la Facultad de Agronomía* 25(4): 617-635.
- Angulo, V. (2015). Fertilización química en el cultivo de papaya (*Carica papaya*) en la zona de Quininde. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 62 p.
- Arango, L. (2008). El cultivo de papaya en los Llanos Orientales de Colombia. CORPOICA. Villavicencio-Colombia. 103 p.
- Arizaleta, M., & Pire, R. (2008). Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. *Agrociencia* 42(1): 47-5.
- Cardona, C., Araméndiz, H., & Barrera, C. (2009). Estimación del área foliar de papaya (*Carica papaya* L.) basada en muestreo no destructivo. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 12(1): 131-139.
- Carmona, M. (2006). Detección de microorganismos en semilla de papaya (*Carica papaya* L) variedad maradol en el municipio de Ciudad Hidalgo, Chiapas. Universidad Autónoma Agraria Antonio "Narro". Coahuila-México. 61 p.
- Córdova, K., & Loor, A. (2014). Prolongación de vida útil de la papaya (*Carica papaya*) en percha por inmersión en soluciones de propóleo en etanol. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta-Ecuador. 67 p.
- Cruz, M., & Portal, O. (2010). Estrategias para la obtención de plantas transgénicas de papaya con resistencia al virus de la mancha anular de la papaya (PRSV). *Biotecnología Vegetal* 10(4): 195-207.
- Díaz, A., Suárez, C., Díaz, D., López, Y., Morera, Y., & López, J. (2016). Influencia del bioestimulante FitoMas-E sobre la producción de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.). *Centro Agrícola* 43(4):29-35.
- Doria, J. (2020). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1): 74-85.
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196: 3-14.

- Escamilla, J., Saucedo, C., Martínez, M., Martínez, A., Sánchez, P., & Soto, R. (2003). Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya Cv. Maradol. *Terra Latinoamericana* 21(2): 157-166.
- García, A. (2018). Efecto de la fertilización nitrogenada complementada con cosmo r y biotek sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 76 p.
- García, D., & García, R. (2017). Efecto de un biorregulador en el desarrollo inicial de varias especies frutales. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta-Ecuador. 62 p.
- García, M. (2010). Guía técnica del cultivo de papaya. CENTA. San Salvador. El Salvador. 40 p.
- González, M., Rosales, P., Castilla, Y., Lacerra, J., & Ferrer, M. (2015). Efecto del Bioenraiz como estimulante de la germinación y el desarrollo de plántulas de cafeto (*Coffea arabica* L.). *Cultivos Tropicales* 36(1):73-79.
- Hernández, E., Marín, N., & Villanueva, J. (2005). Malla de polipropileno para prevenir los daños del virus de la mancha anular en semilleros de papayo (*Carica papaya* L.) cv. Maradol roja. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* (74): 59 - 64.
- Hidalgo, L. (2017). La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano . Universidad Andina Simón Bolívar. Quito-Ecuador. 94 p.
- Hoyos, C. (2019). Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) en Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca-Perú. 82 p.
- INSPA. (2018). Yaravita Synergise Np+Zn. Obtenido de <https://inspa.com.ec/tienda/catalogo/fertilizantes/yaravita-synergise-npzn/>.
- Interagri. (2019). YaraVita micronutrientes. Obtenido de <https://www.interagrisa.com/product-details/yaravita-micronutrientes/>.
- León, R., Combatt, E., Villalba, J., Polo, J., & Valencia, R. (2018). Zonificación edafoclimática para el cultivo de la papaya en Valencia Córdoba - Colombia. *Temas Agrarios* 23(2): 164-176.
- Ley-Rivas, J., Sánchez, J., Furrázola, E., Rodríguez, R., & Gómez, O. (2017). Variabilidad funcional de hongos arbusculares en el cultivo de papaya en la etapa de vivero. *Acta Botánica* 216(1): 47-54.
- Mirafuentes, F., Palacio, V., & Alonso, M. (2006). Manual de producción de papaya (*Carica papaya*, L.) para el trópico húmedo de México. INIFAP. Chiapas-México. 24 p.

- Miranda, J. (2018). Evaluación del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Iniap 1480 a la fertilización edáfica con Complefol azul y Novatec premium, en la zona de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. 66 p.
- Monsalve, J., Escobar, R., Acevedo, M., Sánchez, M., & Coopman, R. (2009). Efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos, potencial de crecimiento radical y estatus nutricional en plantas de *Eucalyptus globulus* producidas a raíz cubierta. *Bosque (Valdivia)* 30(2): 88-94.
- Montenegro, O. (2016). Estudio de Factibilidad de Creación de una Empresa Exportadora de Papayas Hawaiana. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 133 p .
- Nederagro. (2020). Complefol azul. Obtenido de <http://nederagro.com/wp-content/uploads/2020/02/Complefol-Azul.pdf>.
- Ormeño, M., & Ovalle, A. (2007). Preparación y aplicación de abonos orgánicos. *Ciencia y Producción Vegetal* 2007: 29-31.
- Quiñones-Aguilar, E., López-Pérez, L., & Rincón-Enríquez, G. (2014). Dinámica del crecimiento de papaya por efecto de la inoculación micorrízica y fertilización con fósforo. *Revista Chapingo. Serie horticultura* 20(2): 223-237.
- Rai, R., Singh, P., Shrivastava, A., & Suman, A. (2008). Modulation of low-temperature-induced biochemical changes in bud and root band zone of sugar cane sets by potassium, zinc, and ethrel for improving sprouting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(24): 11976-11982.
- Rengel, M., Gil, F., & Montaña, J. (2011). Efecto del tratamiento de semilla con zinc y ácido giberélico sobre la emergencia y el crecimiento inicial de las plantas de caña de azúcar. *Agronomía Tropical* 61(1): 37-45.
- Rodríguez, J., Díaz, Y., Pérez, A., Natali, Z., & Rodríguez, P. (2014). Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (*Carica papaya* L.) de Cuba. *Cultivos Tropicales* 35(3): 36-44.
- Rosero, S., Arcos, J., Gualpa, M., & Guaraca, H. (2018). Efecto de la aplicación de solución nutritiva para el crecimiento inicial de *Polylepis racemosa* a nivel de vivero. *Enfoque UTE* 9(2): 198-207.
- Salvador-Figueroa, M., Adriano-Anaya, M., & Becerra-Ortiz, C. (2005). Efecto del remojo en agua sobre la germinación de semillas de papaya Var. Maradol. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 11(1): 27-30.
- Silva, I. (2012). Efecto de bioestimulantes químicos y orgánicos en la calidad fisiológica de la semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*), variedad Pinto Saltillo. Universidad Autónoma Agrarias Antonio Narro. Saltillo-México. 85 p.

- Singh, I., Rai, R., Solomon, S., & Shrivastava, A. (2003). Role of indole-3-acetic acid in sprouting of subterranean buds in winter initiated sugarcane ratoon. *Sugar Technology* 5(3):181-183.
- Vaca, R. (2011). Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en Santa Martha de Cuba – Carchi. Universidad Técnica del Norte. Tulcán-Ecuador. 12 p.
- Valverde-Lucio, Y., Moreno-Quinto, J., Quijije-Quiroz, K., Castro-Landín, A., Merchán-García, W., & Gabriel-Ortega, J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica* L). *Journal of the Selva Andina Research Society* 11(1): 18-28.
- Varela, S., & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas: Tratamientos pregerminativos. *Silvicultura en Vivero, Cuadernillo N° 3*: 1-10 .
- Vásconez, J. (2016). Funcionamiento de las cadenas globales agroalimentarias de valor: el caso de Pronaca en el Ecuador. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Quito-Ecuador. 99 p.
- Vázquez, E., Mata, H., Ariza, R., & Santamaría, F. (2010). Producción y manejo postcosecha de papaya Maradol en la planicie Huasteca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México D.F.-México. 180 p.
- Veobides, H., Guridi, F., & Vázquez, V. (2018). Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales* 39(4): 102-109 .
- Vesga, J. (2018). Efecto de un bioestimulante a base de algas marinas *Ascophyllum nodosum* sobre la longitud del tallo y en la producción de rosa tipo exportación, variedades Vulcano y Tressor, en flores de BOJACÁ S.A.S. Universidad de Los Llanos. Villavicencio-Colombia. 96 p.
- Zoppolo, R., Faroppa, S., Bellenda, B., & García, M. (2008). Alimentos en la huerta: Guía para la producción y consumo saludable. INIA. Montevideo - Uruguay. 208 p.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la variable porcentaje de germinación

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Tratamientos	3	1862.7500	620.9167	26.7061	<0.0001 **
Error	12	279.0000	23.2500		
Total	15	2141.7500			

** : Altamente significativo

Anexo 2. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 20 días.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Tratamientos	3	40.5919	13.5306	37.5199	<0.0001 **
Error	12	4.3275	0.3606		
Total	15	44.9194			

** : Altamente significativo

Anexo 3. 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	15.5369	5.1790	13.2865	0.0004 **
Error	12	4.6775	0.3898		
Total	15	20.2144			

** : Altamente significativo

Anexo 4. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 40 días.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Tratamientos	3	40.5919	13.5306	37.5199	<0.0001 **
Error	12	4.3275	0.3606		
Total	15	44.9194			

** : Altamente significativo

Anexo 5. 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	281.2319	93.7440	32.7418	<0.0001 **
Error	12	34.3575	2.8631		
Total	15	315.5894			

** : Altamente significativo

Anexo 6. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 20 días.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Tratamientos	3	0.0459	0.0153	0.4446	0.7255 N.S.
Error	12	0.4127	0.0344		
Total	15	0.4586			

** : Altamente significativo

Anexo 7. 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	2.5069	0.8356	12.2661	0.0006 **
Error	12	0.8175	0.0681		
Total	15	3.3244			

** : Altamente significativo

Anexo 8. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 40 días.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Tratamientos	3	1.7107	0.5702	7.7936	0.0038 **
Error	12	0.8780	0.0732		
Total	15	2.5887			

** : Altamente significativo

Anexo 9. 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	10.9441	3.6480	41.6521	<0.0001 **
Error	12	1.0510	0.0876		
Total	15	11.9951			

** : Altamente significativo

Anexo 10. Análisis de varianza de la variable longitud de la raíz a los 50 días

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Tratamientos	3	186.5475	62.1825	4.3497	0.0272 *
Error	12	171.5500	14.2958		
Total	15	358.0975			

** : Altamente significativo

Anexo 11. Análisis de varianza de la variable peso fresco de la raíz a los 50 días

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor
Tratamientos	3	619.5000	206.5000	28.0000	<0.0001 **
Error	12	88.5000	7.3750		
Total	15	708.0000			

** : Altamente significativo



Anexo 12. Trasplante de las plántulas a las fundas llenas de sustrato



Anexo 13. Evaluación de la altura de planta



Anexo 14. Evaluación del diámetro del tallo



Anexo 15. Extracción de las raíces para la evaluación de la longitud y peso de la raíz