



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLOGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniero Agropecuario

Proyecto de Investigación:

**“EFECTO DE MEZCLAS DE SUELO-CÁSCARAS DE BANANO EN EL
CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE TOMATE (*Solanum
lycopersicum* L.)”**

Autor:

ANDY ALI PALMA VERA

Directora de Proyecto de Investigación:

DRA. SHAILILI MERCEDES MORENO MORALES

Mocache – Los Ríos – Ecuador.

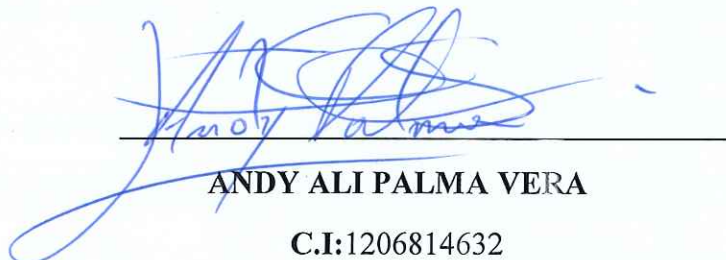
2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **ANDY ALI PALMA VERA**, declaro que la investigación aquí descrita 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 documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.


ANDY ALI PALMA VERA
C.I:1206814632



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dra. Shailili Mercedes Moreno Morales**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Andy Ali Palma Vera**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Efecto de mezclas de suelo-cáscaras de banano en el crecimiento y producción de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

Shailili M. Moreno M.

Dra. Shailili Mercedes Moreno Morales

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

La suscrita, **Dra. Shailili Mercedes Moreno Morales**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**Efecto de mezclas de suelo-cáscaras de banano en el crecimiento y producción de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**” Presentado por el estudiante **Andy Ali Palma Vera**, egresado de la Carrera Agropecuaria, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 100 % y 0 % su similitud del trabajo investigativo. Válido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

Document Information	
Analyzed document	investigacion final 20023 .pdf (D177961040)
Submitted	2023-11-06 17:55:00
Submitted by	
Submitter email	smorenom2@uteq.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	smorenom2@uteq@analysis.arkund.com

Shailili M. Moreno M.

Dra. Shailili Mercedes Moreno Morales

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Efecto de mezclas de suelo-cáscaras de banano en el crecimiento y producción de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)”

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Aprobado por:



PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. José Espinosa Carrillo M. Sc.



MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Camilo Mestanza Uquillas M. Sc.



MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jenny Acosta Farias M. Sc.

MOCACHE – LOS RIOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a mi Dios y mi abuela que donde quieras que estes te doy gracias por proveer fortaleza de seguir luchando día a día en el lapso de este camino, gracias a Él estoy culminando esta etapa importante en mi vida en convertirme en una profesional.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas por acunarme en sus aulas y brindarme saberes, fuente principal de mis conocimientos y habilidades que pondré en práctica en mi vida profesional.

A mi madre y padre quienes son mis pilares, Irene Vera y Freddy Palma quienes siempre han estado en cada paso que doy y han sido mi guía y mi inspiración para seguir luchando, siendo mi apoyo incondicional en aquellos momentos difíciles, siempre estaré agradecido con una persona que no es mi familia, pero la considero como tal, que me apoyó siempre con lo que podía y sin recibir nada a cambio, Diana García.

Gracias a mi esposa Milena Reina, mis hermanos y familia por sus eternas palabras de aliento ya que ellos estuvieron siempre a mi lado de una u otra manera, dando ánimos y consejos para seguir adelante y culminar esta gran etapa de mi vida.

A mis amigos y una gran amiga Keiko Mueckay Abad que de una u otra manera estuvieron apoyándome en esta etapa de la investigación, por sus consejos y ayuda desinteresada que me brindaron a lo largo de mi vida universitaria, muchas gracias amigos por su amistad, especialmente a mi grupo de trabajo les agradezco.

Andy Palma Vera

DEDICATORIA

A Dios y mis abuelas y abuelos por ayudarme a seguir adelante y culminar esta etapa de mi vida, gracias por haberme dado las fuerzas necesarias y el valor para seguirme superando y poner en mi vida a personas muy especiales. A mi madre, Irene Vera y mi padre Freddy Palma y a mi esposa Milena Reina, quienes ha sido el pilar fundamental para que yo alcance cada una de mis metas y llegar hasta donde estoy, quienes me han apoyado desde el inicio de mi vida, por su amor, por sus sacrificios para sacarme adelante por sus buenos ejemplos y consejos. A mis hermanos y mi familia quienes son el apoyo y siempre estar en los momentos difíciles que se me presentan. A mis amigos más cercanos por ser un gran apoyo cuando necesite un consejo y su cariño.

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo analizar el efecto de diferentes mezclas de suelo y cáscara de banano en el crecimiento y producción en plantas de tomate. El experimento se llevó a cabo en condiciones controladas de invernadero, utilizando un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales, cada una compuesta por 6 plantas. Se evaluaron diversas variables, incluyendo parámetros físico-químicos del suelo, identificación de metabolitos primarios y secundarios en extractos de cáscaras de banano, altura y diámetro de la planta, días hasta la floración, y cantidad de flores y frutos cuajados. Se identificaron metabolitos primarios y secundarios en los extractos de cáscaras de banano, lo que proporciona información valiosa sobre su composición química. Los resultados indican que la presencia de material vegetal en el sustrato afectó significativamente la altura y diámetro de las plantas de tomate a lo largo del experimento. Además, se observó que la presencia de material vegetal en el sustrato afectó el tiempo de inicio de la floración en las plantas de tomate, con diferencias significativas entre los tratamientos, evidenciando así la importancia de considerar la composición del sustrato en el cultivo de tomates, ya que tiene un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como proporcionar información valiosa sobre los metabolitos presentes en las cáscaras de banano, lo que puede tener implicaciones en la mejora de prácticas agrícolas para optimizar la productividad.

Palabras claves: Crecimiento, composición química, metabolitos primarios y secundarios, sustratos.

ABSTRACT

The objective of the present study was to analyze the effect of different mixtures of soil and banana peel on growth and production in tomato plants. The experiment was conducted in controlled greenhouse conditions, using a Completely Randomized Design with 4 treatments and 5 observations, totaling 20 experimental units, each composed of 6 plants. Various variables were evaluated, including physico-chemical parameters of the soil, identification of primary and secondary metabolites in banana peel extracts, plant height and diameter, days to flowering, and number of flowers and set fruits. Primary and secondary metabolites were identified in banana peel extracts, providing valuable information about their chemical composition. The results indicate that the presence of plant material in the substrate significantly affected the height and diameter of tomato plants throughout the experiment. Additionally, it was observed that the presence of plant material in the substrate influenced the onset of flowering in tomato plants, with significant differences between treatments, highlighting the importance of considering substrate composition in tomato cultivation, as it has a significant impact on plant growth and development, as well as providing valuable information about the metabolites present in banana peels, which may have implications for improving agricultural practices to optimize productivity.

Keywords: growth, chemical composition, primary and secondary metabolites, substrates.

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Efecto de mezclas de suelo-cáscaras de banano en el crecimiento y producción de plantas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)
Autor:	Andy Ali Palma Vera
Palabras claves:	Crecimiento de plantas, composición química, optimización de la productividad, metabolitos primarios y secundarios, sustratos.
Fecha de publicación:	Noviembre, 2023
Editorial:	Quevedo- UTEQ “La María”, 2023
Resumen:	El presente estudio aborda la carencia de conocimientos agronómicos en el cultivo de tomate, lo que ha llevado a problemas en producción y calidad, resultando en pérdidas económicas para los agricultores. Para abordar esta situación, se propone analizar el efecto de diferentes mezclas de suelo y cáscara de banano en el crecimiento y producción de las plantas de tomate. El experimento se llevó a cabo en condiciones controladas de invernadero, utilizando un Diseño Completamente al Azar con 4 tratamientos y 5 observaciones, totalizando 20 unidades experimentales, cada una compuesta por 6 plantas. Se evaluaron diversas variables, incluyendo parámetros físico-químicos del suelo, identificación de metabolitos primarios y secundarios en extractos de cáscaras de banano, altura y diámetro de la planta, días hasta la floración, y cantidad de flores y frutos cuajados. Se identificaron metabolitos primarios y secundarios en los extractos de cáscaras de banano, lo que proporciona información valiosa sobre su composición química. Los resultados indican que la presencia de material vegetal en el sustrato afectó significativamente la altura y diámetro de las plantas de tomate a lo largo del experimento. Además, se observó que la presencia de material vegetal en el sustrato afectó el tiempo de inicio de la floración en las plantas de tomate, con diferencias significativas entre los tratamientos, evidenciando así la importancia de considerar la composición del sustrato en el cultivo de tomates, ya que tiene un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como proporcionar información valiosa sobre los metabolitos presentes en las cáscaras de banano, lo que puede tener implicaciones en la mejora de prácticas agrícolas para optimizar la productividad
Abstract:	The present study addresses the lack of agronomic knowledge in tomato cultivation, which has led to issues in production and quality, resulting in economic losses for farmers. To tackle this situation, the proposal is to analyze the effect of different soil-banana peel mixtures on the growth and productivity of tomato plants. The experiment was conducted in controlled greenhouse conditions, using a Completely Randomized Design with 4 treatments and 5 observations, totaling 20 experimental units, each composed of 6 plants. Various variables were evaluated, including physico-chemical parameters of the soil, identification of primary and secondary metabolites in banana peel extracts, plant height and diameter, days to flowering, and number of flowers and set fruits. Primary and secondary metabolites were identified in banana peel extracts, providing valuable information about their chemical composition. The results indicate that the presence of plant material in the substrate significantly affected the height and diameter of tomato plants throughout the experiment. Additionally, it was observed that the presence of plant material in the substrate influenced the onset of flowering in tomato plants, with significant differences between treatments, highlighting the importance of considering substrate composition in tomato cultivation, as it has a significant impact on plant growth and development, as well as providing valuable information about the metabolites present in banana peels, which may have implications for improving agricultural practices to optimize productivity.
Descripción:	89 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

Tabla de contenido

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLÍN	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
Diagnóstico	4
Pronóstico	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos	5
1.2.1. General.....	5
1.2.2. Específicos.....	5
1.3. Justificación	6
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco Conceptual.....	8
2.1.1. Abono orgánico	8

2.1.2.	Abono químico	8
2.1.3.	Dosis	8
2.1.4.	Fertilizante	8
2.1.5.	Sustrato	8
2.2.	Marco teórico	8
2.2.1.	Generalidades sobre el cultivo del tomate.....	8
2.2.1.1.	Taxonomía	9
2.2.1.2.	Características	9
2.2.1.3.	Estacionalidad	9
2.2.1.4.	Descripción botánica.....	9
2.2.1.5.	Sistema radicular.....	10
2.2.1.5.1.	Tallo	10
2.2.1.5.2.	Hojas	11
2.2.1.5.3.	Flores	11
2.2.1.5.4.	Fruto.....	11
2.2.1.6.	Variedades	11
2.2.2.	Valor nutricional del tomate.....	11
2.2.3.	Principales plagas en el cultivo de tomate.....	12
2.2.4.	Cultivo de tomate en Ecuador	12
2.2.5.	Requerimientos para el cultivo	13
2.2.5.1.	Temperatura	13

2.2.5.2.	Humedad	13
2.2.5.3.	Fertilización	13
2.2.6.	Metabolitos	14
2.2.6.1.	Metabolitos primarios	14
2.2.6.2.	Metabolitos secundarios	14
2.2.7.	Aspectos teóricos del banano	15
2.2.7.1.	Composición de la cáscara de banano	15
2.2.8.	Fertilización	16
2.2.8.1.	Fertilización orgánica	16
2.2.8.2.	Ventajas de la fertilización orgánica.....	17
2.2.9.	Importancia del recurso suelo en el cultivo de hortalizas.....	17
2.2.9.1.	Propiedades del suelo.....	18
2.3.	Marco referencial	19
CAPÍTULO III		21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		21
3.1.	Localización	22
3.2.	Tipos de investigación	22
3.3.	Métodos de investigación	22
3.3.1.	Método de observación	22
3.3.2.	Método deductivo	23
3.3.3.	Método inductivo.....	23

3.3.4.	Método estadístico	23
3.4.	Fuentes de recopilación de información	23
3.5.	Diseño del experimento	23
3.5.1.	Análisis de varianza (ANOVA) del experimento	24
3.5.2.	Tratamientos en estudio	24
3.6.	Manejo específico del experimento	24
3.6.1.	Establecimiento del experimento	24
3.6.2.	Preparación del sustrato	25
3.6.3.	Análisis del suelo T0 – T3	25
3.6.4.	Obtención de metabolitos primarios y secundarios	25
3.6.5.	Trabajo de campo	26
3.7.	Variables evaluadas	26
3.7.1.	Análisis de parámetros físicos-químicos del suelo	26
3.7.2.	Identificación de metabolitos primarios de los extractos de cáscaras de banano (Biomasa seca)	26
3.7.3.	Identificación de metabolitos secundarios de los extractos de cáscaras de banano (Biomasa seca)	26
3.7.4.	Altura de la planta (cm)	27
3.7.5.	Diámetro del tallo (cm)	27
3.7.6.	Días a floración	27
3.7.7.	Número de flores	27
3.7.8.	Números de frutos cuajados	27

3.8.	Recursos humanos y materiales	27
3.8.1.	Recursos humanos	27
3.8.2.	Recursos materiales	28
CAPÍTULO IV		29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		29
4.1.	Análisis de parámetros físicos-químicos del suelo	30
4.1.1.	Suelo sin material vegetal (T0).....	30
4.1.2.	Suelo con material vegetal (T3).....	31
4.2.	Obtención de los extractos del material vegetal	35
4.3.	Análisis de metabolitos	35
4.3.1.	Metabolitos primarios.....	35
4.3.2.	Metabolitos secundarios	39
4.4.	Resultados de parámetros productivos	45
4.4.1.	Altura de la planta (cm)	45
4.4.2.	Diámetro del tallo de la planta (cm)	46
4.4.3.	Inicio de floración (días).....	48
4.4.4.	Número de flores y frutos cuajados	49
CAPÍTULO V		51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		51
5.1.	Conclusiones	52
5.2.	Recomendaciones	53

CAPÍTULO V	54
BIBLIOGRAFÍA	54
6.1. Literatura citada	55
ANEXOS	65

Índice de tablas

Tabla 1. Composición nutricional por cada 100g comestible de tomate.....	12
Tabla 2. Propiedades físicas y químicas del suelo según la FAO	18
Tabla 3. Condiciones meteorológicas Finca Experimental “La María” - UTEQ.....	22
Tabla 4. Anova del experimento.....	24
Tabla 5. Descripción de los tratamientos del estudio "Efectos mezclas suelo- cáscara de banano en plantas de <i>Solanum lycopersicum</i> L.	24
Tabla 6. Materiales a utilizar	28
Tabla 7. Resultado de análisis del suelo realizado al tratamiento testigo T0.....	30
Tabla 8. Resultado de análisis del suelo realizado al tratamiento T3	31
Tabla 9. Resultado de extractos de material vegetal.....	35
Tabla 10. Identificación de grupos funcionales por metabolito en el extracto EE.	36
Tabla 11. Identificación de grupos funcionales por metabolito en el extracto EEP.....	37
Tabla 12. Identificación de grupos funcionales por metabolito en el extracto EA.	38
Tabla 13. Identificación de la presencia de metabolitos secundarios por medio de señales IR (EE).....	39
Tabla 14. Identificación de la presencia de metabolitos secundarios por medio de señales IR del extracto EEP.....	40
Tabla 15. Identificación de la presencia de metabolitos secundarios por medio de señales IR del extracto EA.	42
Tabla 16. Valores promedios de altura de la planta a los 15, 30 y 45 días	45
Tabla 17. Valores promedios de diámetro del tallo a los 15, 30 y 45 días.....	47
Tabla 18. Valores promedios de número de flores y número de frutos cuajados	50

Índice de figuras

Figura 1. Descripción botánica de <i>S. lycopersicum</i> L.	10
Figura 2. Espectro de FT-IR del (EE).....	36
Figura 3. Espectro de FT-IR del (EEP).....	37
Figura 4. Espectro de FT-IR del (EA)	38
Figura 5. Espectro de FT-IR del (EE).....	40
Figura 6. Espectro de FT-IR del (EEP).....	41
Figura 7. Espectro de FT-IR del (EA)	43
Figura 8. Días del inicio de la floración en plantas de tomate	48

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L) es considerado a nivel mundial como una de las hortalizas de mayor importancia. Según los datos estadísticos de Faostat, el organismo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). en el año 2020 se produjeron en el mundo 186821 millones de Kilogramos de tomate, gracias a los cultivos que ocuparon una superficie de 5'051983 hectáreas (1), de los cuales el 75% se destina para consumo fresco (2). Su demanda aumenta continuamente gracias a sus altos contenidos nutricionales, entre los cuales destacan las vitaminas A, B1, B2, B6, C, E; y los minerales fósforo, potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, sodio, hierro y calcio. Además, el tomate tiene apreciables contenidos de proteínas, hidratos de carbono, fibra, ácido fólico, ácido tartárico, ácido succínico y ácido salicílico (3), razón por la cual ocupa el décimo primer lugar de especies más producidas a nivel mundial (1) y (4).

Entre los principales países productores se encuentra China, que se sitúa en el primer lugar al producir 64.768'16 millones de Kg anuales. La extensión de terreno que China dedicó en 2020 a producir tomate fue de 1.107.485 hectáreas, con un rendimiento por metro cuadrado de 5'85 kilos. El segundo productor mundial es India con 20.573 millones de kilos de tomate producidos en 2020, sobre una superficie de 812.000 hectáreas y un rendimiento de 2'53 kilos por metro cuadrado (1). En el contexto ecuatoriano, según los últimos datos oficiales de la FAO, la producción de tomates frescos en Ecuador, varió significativamente debido a que en el año 2020 fue de 38438.38 toneladas en un área cosechada de 2 579 ha, mientras que para el año 2021 la producción logró crecer a 55 277.2 toneladas consiguiendo una disminución de la superficie cosechada de 1 650 ha (5). Además, el consumo per cápita de tomate riñón en Ecuador es de 5 kg por persona al año y se espera que aumente debido a las nuevas tendencias de alimentación (6).

Por otro lado, el desarrollo del cultivo requiere la correcta aplicación de los conceptos agronómicos básicos para el adecuado manejo de prácticas como el riego o la fertilización del cultivo (7). De acuerdo con Jaramillo *et al.* (8), el plan de fertilización para tomate se basa en un análisis de fertilidad del suelo que permita identificar limitantes químicas como acidez, exceso de sales, deficiencia o excesos de nutrientes o desbalance de estos. Este tipo de hortalizas necesitan una nutrición adecuada ya que de ella depende el nivel productivo; si la nutrición del cultivo es adecuada, la producción es rentable (9); sin embargo, el sistema de agricultura convencional ha abusado del uso de fertilizantes sintéticos, los cuales ejercen

efectos negativos sobre el suelo y las aguas subterráneas (10), impidiendo la formación de productos naturales que las plantas utilizan para defenderse y desequilibrar los nutrientes presentes en el suelo (11).

La dosis de fertilizante se determina a partir del ajuste de la curva de dosificación por la velocidad de acumulación de materia seca; todo esto en función de la biomasa aérea, adaptado a un diseño de regresión lineal, es conveniente evaluar la eficiencia de la aplicación de las dosis de fertilizantes en el fertirriego en periodos de tiempo determinados para estudiar y analizar las mejores dosis en periodos de tiempo (12). Sacoto *et al.* (13) estableció una dosificación de 140 kg N -60 kg P y -200 kg K por cada hectárea de cultivo.

Por tal razón, resulta importante buscar alternativas orgánicas para el cultivo, considerando el factor ambiental, el cual se ha deteriorado por el uso excesivo de compuestos químicos, siendo perjudicial para el recurso suelo y para la salud de los consumidores. Entre estas alternativas se debe considerar el uso de residuos agrícolas generados durante las etapas de producción de los diferentes cultivos.

Una de las fuentes que generan residuos, es la industria agrícola, de la que provienen raíces, tallos, hojas o cualquier otra parte de la planta que no son utilizados; la mayoría de estos subproductos son provenientes de distintos cultivos de consumo frecuente como el arroz, café, banano, entre otros que se convierten en desechos, por no darles una adecuada utilización (14). Entre estos residuos se tiene la cáscara de banano, misma que no es aprovechada eficientemente siendo desechada al aire libre sin generar ningún beneficio para el ambiente, causando problemas económicos para los bananeros (15).

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El uso excesivo de fertilizantes de origen químico ha causado una serie de problemas que incluyen: erosión del suelo, compactación, salinización; deficiencias de nutrientes, contaminación del aire, suelo y agua y su impacto en la salud de los demás seres vivos, además, otros aspectos como la resistencia de los insectos a los plaguicidas, la deforestación, el agotamiento de las aguas subterráneas y los desechos tóxicos nocivos para la salud humana y el medio ambiente han cobrado importancia debido a esta problemática (16).

Otro aspecto por considerar es la producción de hortalizas en el Ecuador, la cual es relativamente baja considerando el potencial productivo del país. Vásquez Reina (17) afirma que problemas como falta de apoyo a los agricultores, baja transferencia de tecnología a los productores, falta de crédito para el cultivo, fertilización insuficiente, entre otros, no permite obtener beneficios económicos justos para las familias campesinas ecuatorianas.

Diagnóstico

Los agricultores carecen de conocimiento sobre las necesidades agrícolas del cultivo de tomate, así como las técnicas y distancia de siembra adecuado para el mismo, lo cual ha ocasionado que la producción de variedades excelentes de tomate se vea afectadas tanto en su producción como en calidad causan así, que los productores tengan baja producción y por consecuencia pérdidas económicas. Esta falta de conocimientos en este cultivo ha llevado a que el agricultor manipule inadecuadamente sus recursos productivos, dejando la necesidad de adquirir conocimientos sobre el manejo agronómico de este cultivo y optimizar el proceso productivo.

Pronóstico

La situación actual del sector agropecuario puede no ser alentadora, se evidencia la caída en los rendimientos y producción, necesitándose nuevas alternativas productivas, como la agricultura orgánica, agroecología y la agricultura de precisión, que permitan dar respuesta a los diversos problemas mencionados anteriormente.

1.1.2. Formulación del problema

¿Existirá efecto de las mezclas suelo-cáscara de banano en el crecimiento y producción del tomate?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuáles serán los metabolitos primarios y secundarios presentes en el material vegetal utilizado?
- ¿Cuál será el efecto de mezclas suelo-cáscaras de banano sobre variables de crecimiento en plantas de tomate?
- ¿Cuál será el efecto de mezclas suelo-cáscaras de banano sobre parámetros productivos de las plantas de tomate?

1.2.Objetivos

1.2.1. General

Analizar el efecto de diferentes mezclas suelo-cáscara de banano en el crecimiento y producción en plantas de tomate.

1.2.2. Específicos

- Determinar metabolitos primarios y secundarios presentes en el material vegetal.
- Evaluar el efecto de mezclas suelo-cáscaras de banano sobre variables de crecimiento de la planta de tomate.
- Determinar el efecto de diferentes mezclas suelo-cáscaras de banano sobre indicadores de floración y cuajado del fruto.

1.3.Justificación

El estado actual de los sistemas de producción agrícola exige cambios en el manejo de los cultivos y en las técnicas de producción, lo que plantea desafíos tanto para los productores como para los técnicos dados los diversos efectos secundarios que los agroquímicos pueden tener sobre el consumidor (18).

La importancia del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo, mejorando las diversas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo resultando útil para la nutrición de las plantas, al aumentar su capacidad para absorber diversos nutrientes, provenientes con fertilizantes minerales o inorgánicos para un óptimo desarrollo de los cultivos (19) y (20).

Bajo este contexto, resulta importante realizar la investigación para determinar si existe efecto de las mezclas suelo-cáscara de banano en el crecimiento y producción de plantas de tomate, lo cual permitiría mejorar los beneficios económicos de los productores, además de ser una alternativa orgánica ante el uso de fertilizantes cuyo uso puede ser perjudicial tanto para el ambiente como para la salud.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.Marco Conceptual

2.1.1. *Abono orgánico*

Abono orgánico son aquellas sustancias de origen animal o vegetal que contiene uno o más elementos nutritivos, permitiendo recuperar la materia orgánica del suelo (21).

2.1.2. *Abono químico*

El abono químico es aquel producto que se aplica a los terrenos para mejorar o aumentar su fertilidad y para ajustar su acidez o alcalinidad (22).

2.1.3. *Dosis*

Se define como dosis a la cantidad de nutrientes presente en el fertilizante que se aplica al cultivo y cuya expresión viene dado como porcentaje (%) (22)

2.1.4. *Fertilizante*

Fertilizante es cualquier sustancia natural o sintético, tanto orgánico como inorgánico, que es suministrado al suelo con el propósito de suplir la deficiencia de determinados elementos esenciales que las plantas y cultivos requieren para su crecimiento y desarrollo (23).

2.1.5. *Sustrato*

El sustrato es aquel material o sustancia de la que se alimenta y desarrolla un microorganismo; también una sustancia sobre la que actúa una enzima (22).

2.2.Marco teórico

2.2.1. *Generalidades sobre el cultivo del tomate*

El tomate es una especie que tiene dos centros de origen, donde hubo un proceso de domesticación, uno en la parte noroccidental de Suramérica que se extiende en las zonas montañosas de Perú y Ecuador y otro en el imperio Azteca, en Tenochtitlan, lugar donde los conquistadores españoles conocieron esta especie y desde donde la introdujeron a Europa (24).

En sus inicios fue utilizada como planta ornamental y no fue hasta finales del siglo XVIII cuando comenzó a cultivarse con fines alimentarios, aumentando su consumo hasta hacerse muy popular (25).

2.2.1.1. Taxonomía

Se indica la siguiente descripción taxonómica para el tomate (26), (27):

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta (Angiospermae)
- Clase: Magnoliósida (Dicotiledónea)
- Orden: Solanales
- Familia: Solanaceae
- Subfamilia: Solanoideae
- Género: Solanum
- Especie: *S. lycopersicum* L.

2.2.1.2. Características

La planta está totalmente cubierta por unos pelillos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes. Tiene hojas fuertemente aromáticas con bordes dentados. Florece con abundancia y sus flores pequeñas y amarillas producen frutos cuyos tonos van desde amarillo a rojo, debido a la presencia de pigmentos como el licopeno y los carotenos (26).

2.2.1.3. Estacionalidad

La planta perenne de porte arbustivo se cultiva como anual, siendo la recolección del fruto de forma general en los meses de verano (26).

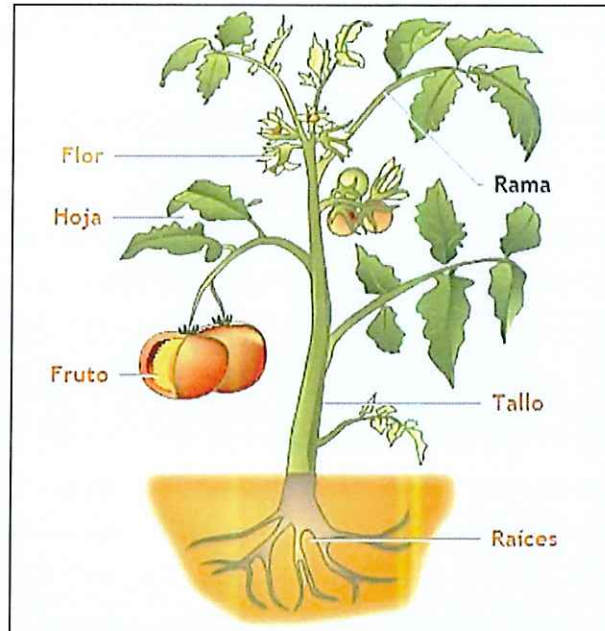
2.2.1.4. Descripción botánica

El tomate es una planta perenne anual de porte arbustivo (Figura 1); se desarrolla de forma rastrera semi erecta o erecta. Según el hábito de crecimiento, las variedades se dividen en determinadas e indeterminadas. En las variedades determinadas el crecimiento es limitado, de tipo arbustivo, bajo, compacto y la producción de fruto se concentra en un periodo

relativamente corto. Las indeterminadas presentan inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo (24).

Figura 1.

Descripción botánica de S. lycopersicum L.



Fuente: Fonseca (24)

2.2.1.5. Sistema radicular

El tipo de raíz del tomate depende del sistema de siembra. Si se realiza de forma directa tiene un sistema radicular profundo y poco ramificado; cuando las plantas son trasplantadas de un semillero tiene raíces superficiales y muy ramificadas (24).

2.2.1.5.1. Tallo

El tallo principal tiene 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis; sobre el tallo se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias. Éste tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo, característica importante que se aprovecha en las operaciones culturales de aporque dándole mayor anclaje a la planta (8).

2.2.1.5.2. Hojas

Son de forma compuesta que generalmente poseen bordes dentados y están recubiertas de pequeños pelos; se encuentran distribuidas sobre el tallo (8).

2.2.1.5.3. Flores

Las flores se agrupan en racimos simples y ramificados que se desarrollan en el tallo y en las ramas del lado opuesto a las hojas; un racimo puede reunir de 4 a 20 flores. Las flores son amarillas y normalmente pequeñas (24).

2.2.1.5.4. Fruto

El fruto es una baya que presenta diferente tamaño, forma, color, consistencia y composición, según el cultivo que se trate (7). Está constituido por la epidermis o piel, la pulpa, el tejido placentario y las semillas. Internamente los frutos están divididos en lóculos, que pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares (24).

2.2.1.6. Variedades

Según su forma, los tomates se clasifican en: carnoso, redondeado o semiesférico y con estrías; cereza o Cherry, de pequeño tamaño, rojo y redondo; el de pera, alargado, con mucha proporción de carne, muy sabrosos, aromáticos y muy aptos para elaborar conservas, salsas y purés y el redondo, que por lo general son frutos de color rojo, aunque también los hay amarillos, redondos, de superficie lisa y gruesa, y sabor dulce (25).

2.2.2. Valor nutricional del tomate

El tomate está compuesto principalmente por agua y su macronutriente mayoritario son los hidratos de carbono (Tabla 1). Moreiras *et al.* (25) señalan que entre las vitaminas cabe destacar el contenido en vitamina A, básicamente en forma de carotenoides provitamina A y vitamina C. Una ración de tomate cubre el 61 % de las ingestas recomendadas de vitamina C para la población de estudio. Entre los carotenoides no provitamina A están los licopenos cuya cantidad depende de la variedad cultivada (mucho mayor en los de tipo pera), del grado de madurez (mayor en los maduros) y del modo de cultivo y forma de maduración (superior en los cultivados al aire libre y madurados en la planta). El tomate triturado o cocinado y su combinación con aceite, mejora la absorción del licopeno en nuestro organismo (25).

Tabla 1.

Composición nutricional por cada 100g comestible de tomate

Elemento	Cantidad
Agua	94g
Energía	22Kcal
Proteínas	1g
Carbohidratos	3.5g
Fibra	1.4g
Lípidos totales	0.11g
Calcio	11mg
Hierro	0.6mg
Potasio	290mg

Fuente: Tabla de composición de alimentos (25)

2.2.3. Principales plagas en el cultivo de tomate

De acuerdo con Tanquino (28), las principales plagas en el cultivo de tomate en Ecuador son el pulgón, la mosca blanca, el trips y la polilla del tomate. El ataque de insectos del suelo es un factor limitante durante los primeros días después del trasplante, ya que cuando las poblaciones son elevadas, se alimentan del sistema radicular, ocasionando pérdidas hasta de un 80 % de las plantas (29). En el control biológico de estas plagas, pueden utilizarse los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* u otros enemigos naturales como algunos insectos, aves, reptiles y pequeños mamíferos (7).

2.2.4. Cultivo de tomate en Ecuador

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (30), el cultivo de tomate de mesa es de suma importancia, debido a que se encuentra dentro de la canasta básica familiar en la dieta de la población ecuatoriana y por ende en la economía del país; tal es así que, aporta con el 0.6 % al Valor Agregado Bruto Agropecuario. Actualmente, el tomate se cultiva en una superficie de 1,691 hectáreas, lo que representa el 0.2 % de la superficie sembrada bajo cultivos transitorios; esto da como resultado una producción de más de 55 mil toneladas a escala nacional, donde Chimborazo figura como la primera provincia con mayor potencial, representado el 40 %.

La producción se caracteriza por conformar Unidades de Producción Agropecuaria con una superficie menor a 1 hectárea, las mismas que en número representan el 96 % del total nacional, concentradas principalmente en las provincias de Chimborazo, Pichincha, Tungurahua, Azuay e Imbabura. La producción de tomate en Ecuador se realiza en climas cálido - templado, con temperatura entre 23-26 °C, humedad relativa 50-60 %. Se han desarrollado variedades con cualidades especiales como simetría, color, sabor y resistencia a enfermedades, se clasifican según el tipo de tomate, entre las variedades más cultivadas, Daniela, Dynamo, Riverdale, Red, los tomates cherrys, Cherub, Sweet Bite y Sweeti (31).

2.2.5. Requerimientos para el cultivo

2.2.5.1. Temperatura

La temperatura es el principal factor climático que influye en la mayoría de los estados de desarrollo y procesos fisiológicos de la planta (7). En ese sentido, el tomate es una hortaliza de clima cálido y moderado, susceptible a heladas y temperaturas bajas. Crece en temperaturas de entre 20 a 25°C en el día y de 15 a 20°C en la noche, favoreciendo así el desarrollo normal de los procesos bioquímicos, el crecimiento vegetativo, la floración y la fructificación. Bajo invernadero la temperatura mínima para la producción de tomate es de 8-12°C. Temperaturas inferiores y prolongadas debilitan la planta generando progresiva decadencia o muerte (24).

2.2.5.2. Humedad

La humedad relativa ideal para el desarrollo, crecimiento y fertilidad del cultivo de tomate oscila entre el 60 % y el 75 % (7). Se requiere de 6 a 8 horas diarias de luz. El riego se debe suministrar frecuentemente y de manera uniforme, ya que la insuficiencia de agua influye negativamente en el desarrollo y en la producción (24).

2.2.5.3. Fertilización

La necesidad de fertilizantes del cultivo va a depender de la disponibilidad de nutrientes del suelo de acuerdo al pH, el contenido de materia orgánica, la humedad, la variedad, la producción y la calidad esperada del cultivo. Por eso las aplicaciones de fertilizantes estarán sujetas al resultado del análisis químico del suelo, el análisis foliar, las observaciones de campo y las recomendaciones del asistente técnico (7).

Se debe tener en cuenta que el tomate es una planta exigente en nutrientes; requiere una alta disponibilidad de macronutrientes como N, P, K, Ca, Mg, S, y micronutrientes como Fe, Mn, Cu, B, Zn. Aunque la exigencia de N es alta, un exceso de este elemento puede llegar a un exagerado desarrollo vegetativo con bajo porcentaje de formación de frutos (7).

El tomate requiere de al menos 16 nutrientes esenciales para un adecuado desarrollo de la planta y brindar óptimos rendimientos al agricultor. Entre los cuales tenemos minerales: Carbono, Hidrogeno, Oxigeno y minerales como: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), secundarios como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y el Azufre (S). Además, son parte de los requerimientos nutricionales, los micronutrientes como el Cloro (Cl), el Hierro (Fe), el Manganeseo (Mn), el Zinc (Zn), el Cobre (Cu) y el Molibdeno (Mo) (29).

2.2.6. Metabolitos

2.2.6.1. Metabolitos primarios

Los metabolitos primarios son compuestos químicos fundamentales para el crecimiento, desarrollo y supervivencia de los organismos. Estos incluyen aminoácidos, que son los bloques de construcción de las proteínas; carbohidratos, como la glucosa, que proporcionan energía a las células; y lípidos, como los ácidos grasos, que desempeñan un papel vital en la estructura de las membranas celulares y en el almacenamiento de energía. Estos metabolitos primarios son necesarios para llevar a cabo funciones vitales como la síntesis de proteínas, la generación de energía y el mantenimiento de la integridad celular (32).

2.2.6.2. Metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios, también llamados sustancias naturales, no intervienen en ninguno de los procesos vitales, muchos de ellos son productos de desechos metabólicos. Sin embargo, las plantas suelen utilizarlos para interactuar con el medio ambiente o para atraer polinizadores, para protegerse de los depredadores, adaptarse a condiciones climáticas o del suelo adversas, etc. Los pigmentos carotenoides son un ejemplo de tales compuestos. Las vías para la síntesis y utilización de estos compuestos forman el metabolismo secundario (32).

2.2.7. Aspectos teóricos del banano

Las musáceas son los cultivares más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Además de ser considerados productos básicos en la dieta diaria y de exportación, constituyendo una importante fuente de empleo e ingresos en numerosas localidades en países subdesarrollados y en vías de desarrollo (33).

La FAO señala que los rubros del banano contribuyen a la seguridad alimentaria de millones de personas en gran parte del mundo en desarrollo y, dada su comercialización en mercados locales, proporcionan ingresos y empleo a las poblaciones rurales, existiendo alrededor de 100 países de las regiones tropicales y subtropicales que se dedican al cultivo de esta planta, cuya área aproximada de cultivares es de 10 millones de hectáreas. En el Ecuador, tanto el banano como el plátano representan parte fundamental para la economía del país¹; al ser productos de exportación, generan empleo en diferentes zonas (34).

Según los últimos datos registrados en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020, la superficie plantada en el 2020 fue de 165080 hectáreas, participando en el 10.97 % de la superficie plantada total, concentrándose su producción en la provincia de Los Ríos con el 41.43 % (35); sin embargo, los rigurosos sistemas de control de calidad, como normas fitosanitarias o especificaciones técnicas para la exportación de este producto, generan un aproximado de 30% de producto rechazado (36), lo cual representa un total aproximado de 346 mil Toneladas de banano (37), donde el 5 % es destinado para la alimentación animal y la diferencia dirigida para el consumo humano (38).

2.2.7.1. Composición de la cáscara de banano

Considerando que el principal subproducto del procesamiento industrial del banano es la piel o cáscara, que representa alrededor del 30 % del peso de la fruta (39); los usos potenciales dependen de su composición química. Blasco y Gómez (40) señalan que la cáscara de plátano es rica en fibra, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados y potasio; los estudios realizados para utilizar la cascara, permitieron obtener proteínas, metanol, etanol, pectinas y enzimas. Por otra parte, García (2016) (41) afirma que cuando madura, la cáscara de banano contiene alrededor de 2.7 % de fructosa, 3.2 % de glucosa y

¹ Incluso antes de la explotación petrolera, el banano era el primer generador de ingresos de divisas

7.8 % de sacarosa en base seca. La fibra cruda contiene 60 % de lignina, 25 % de celulosa y 15 % de hemicelulosa.

Estas cáscaras también aportan fósforo, el cual influye fuertemente en la fructificación y la floración, es esencial para un buen crecimiento de raíces y brotes, ayuda con la polinización y es muy importante en la germinación y viabilidad de las semillas. Además, contienen potasio, el cual ayuda a promover el vigor general de la planta, desarrollar resistencia a plagas y enfermedades, desarrollar frutos, regular las enzimas en una planta, crear turgencia, es decir, la fuerza de la planta y el grosor de las paredes celulares (41).

2.2.8. Fertilización

El abonado debe ser objeto de un cuidado especial ya que la planta puesto que dispone de un sistema radicular muy sensible al exceso de sales, es muy exigente en N, P y K, exige además un alto nivel de nitrógeno ininterrumpidamente, no crece de modo uniforme, sino que lo hace lentamente en las primeras fases y después con rapidez cuando comienza el desarrollo de los frutos (42).

La utilización de programas de fertilización es una tecnología muy antigua y de gran uso actual, la cual no ha sido debidamente estudiada, el conocimiento adecuado de dosis, épocas, mezclas y productos mejorará la eficiencia de los mismos, reduciendo costos. Los productos químicos utilizados para la fertilización edáfica han logrado aumentar los costos y niveles de contaminación, esto hace que no se garantice una producción sustentable y que sea amigable con el medio ambiente (43).

2.2.8.1. Fertilización orgánica

Los fertilizantes orgánicos son un elemento esencial en la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; se conocen sus funciones principales, tales como sustrato o medio de cultivo, cobertura o *mulch*, manteniendo el contenido original de materia orgánica del suelo y complementando o reemplazando los fertilizantes sintéticos. Este último aspecto es de gran importancia para la creciente implementación de sistemas de producción limpios y ecológicos (44).

Este tipo de fertilización resulta de la descomposición natural de la materia orgánica por la acción de microorganismos presentes en el ambiente, los cuales digieren los materiales y los transforman en otros beneficios que aportan nutrientes al suelo y por ende a las plantas que

allí crecen. Este es un proceso de descomposición acelerado y controlado de los residuos, que puede ser aeróbico o anaeróbico, dando como resultado un producto estable de gran valor como acondicionador del suelo (45).

2.2.8.2. Ventajas de la fertilización orgánica

Guaigua (46) menciona las siguientes ventajas de los abonos orgánicos sobre los químicos:

- Mayor efecto residual
- Incremento de capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados), la porosidad y la densidad aparente
- Formación de complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a éstos en forma aprovechable para las plantas
- Reducción de la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial
- Elevación de la capacidad de intercambio catiónico en el suelo, protegiendo los nutrientes de la lixiviación
- Liberación de CO₂ que propicia la solubilización de nutrientes
- Abastecimiento de carbono orgánico, como fuente de energía, a la flora microbiana heterótrofa.

2.2.9. Importancia del recurso suelo en el cultivo de hortalizas

Considerando que el suelo constituye un sistema abierto, con entradas de tipo atmosféricas y salidas que pueden ser superficiales, es un gran depósito de agua y alimentos del que las plantas toman las cantidades necesarias para nutrirse y desarrollarse.

Los suelos se crean al descomponer la roca. Las piedras se desmoronan y se convierten en pequeñas partículas o pedazos bajo la influencia del tiempo, el viento, el calor, el frío, la sequía, la lluvia y las personas. Estas partículas se mezclan con los desechos animales y vegetales en un proceso muy lento que tarda millones de años en formar una pequeña capa. Se componen de sustancias sólidas, agua y aire. Las sustancias sólidas son los residuos de plantas, animales vivos o muertos y los minerales que proceden de la desintegración y

descomposición de las rocas. En el agua se disuelven los minerales del suelo para que las raíces puedan tomarlos (47).

La importancia radica en que el suelo es la base fundamental de la producción agrícola y es el responsable del mantenimiento y cuidado de las plantas y los organismos que conviven con ellas. Aquí las plantas también obtienen el agua, el aire y los nutrientes que necesitan para su desarrollo. Cuando el suelo se encuentra provisto de numerosos nutrientes, entonces puede considerarse que es apto para el desarrollo de la agricultura. Si por el contrario carece de los mismos es imposible cultivar de manera rentable económicamente sobre el mismo (48).

2.2.9.1. Propiedades del suelo

De acuerdo con la FAO, el suelo presenta propiedades físicas y químicas, las cuales se describen en la Tabla 2.

Tabla 2.

Propiedades físicas y químicas del suelo según la FAO

Propiedades	Parámetros	Descripción
Físicas	Estructura	La estructura del suelo es la arquitectura del suelo, es decir, es la forma en que las partículas sólidas y los espacios están ordenados.
	Textura	Indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena (mayor tamaño), el limo y la arcilla (menor tamaño), en el suelo.
	Porosidad	Está compuesta por los poros o pequeños espacios que quedan al agruparse las partículas que forman el suelo, por estos espacios penetran el aire y el agua.
	Color	Generalmente presentan un color oscuro, el cual se aclara a medida que se profundiza.
	Permeabilidad	Se refiere a la facilidad con que el agua y el aire se mueven dentro del suelo. Los suelos que se encharcan tienen una permeabilidad lenta.

Químicas	pH y acidez	Parámetros que influyen directamente en la disponibilidad de los nutrientes y de la actividad microbiana de los suelos.
	Fertilidad	Es el contenido de nutrientes existentes en el suelo para ser aprovechado por las plantas.
	Nutrientes	Los principales Macronutrientes son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), y Magnesio (Mg). Los principales Micronutrientes son: Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) y Azufre (S)

Fuente: (47)

Elaborado por: FAO, 2013

2.3. Marco referencial

Boudet *et al.* (49) estudió el efecto de tres dosis de abono orgánico bocashi en el comportamiento productivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad "Vyta", para lo cual se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se evaluaron el rendimiento y sus componentes (número de racimos por planta, número de frutos por planta, masa de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial de los frutos y grosor del mesocarpio). Se midieron las variables de rendimiento, número de racimos por planta, número de frutos por planta, masa de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial de los frutos, y grosor del mesocarpio. Los principales resultados mostraron que las aplicaciones de abono orgánico bocashi tuvieron un efecto positivo en el rendimiento del tomate. A medida que aumentaba la dosis de abono orgánico, se incrementó significativamente el rendimiento. El grupo de control sin aplicación tuvo un rendimiento inferior.

Aguirre y Goyes (50) analizaron la implementación cultivos de tomate bajo invernadero con el uso de abonos orgánicos producidos en finca, con el propósito de disminuir costos de producción y minimizar el uso de fertilizantes convencionales, para lo cual utilizaron materiales orgánicos de origen animal utilizados en la preparación de los abonos fueron estiércol de ganado vacuno, gallinaza, cuyinaza y los materiales de origen vegetal fueron pulpa de café, bagazo de fique y residuos de cocina y mantillo de bosque, en dosis de 500 gramos de abono orgánico por planta al momento de la siembra (T1), 250 gramos de abono orgánico por planta más 250 gramos después de 30 días (T2) y un tratamiento control sin abono orgánico (T3). Los resultados evidenciaron que el abono orgánico aumentó los

rendimientos en el cultivo de tomate al aportar minerales que mejoran las propiedades físicas del suelo.

Por su parte, el estudio realizado por Chiquito *et al.* (51) tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de humato de vermicompost (1/10, 1/20, 1/30 v/v y un control basado en agua destilada) en el crecimiento de plántulas de tomate. A los 24 días después del trasplante, se midió altura de plántulas, diámetro de tallo, número de hojas, peso fresco y seco de parte aérea y de raíz. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo la dilución de 1/30 la que mostró los valores más altos en todas las variables medidas. En comparación con el control, se encontró un incremento porcentual de 61, 68, 63, 50, 19, 30, 56 y 27 para altura, diámetro de tallo, longitud de raíz, número de hojas, peso fresco de raíz, peso seco de raíz, peso fresco de parte aérea y peso seco de parte aérea, respectivamente.

El objetivo de la investigación de Villegas *et al.* (52) fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones de Liplant aplicadas vía foliar: 1/10, 1/20, 1/30 (v/v), y un grupo de control con agua destilada sobre el crecimiento, producción y calidad de tomate. Las variables que se midieron fueron: altura, diámetro de tallo, peso fresco y seco de frutos, diámetro polar y ecuatorial de los frutos, número de frutos, rendimiento, acidez titulable, sólidos solubles totales, índice de madurez, contenido de vitamina C, pH del jugo de frutos, pérdida de humedad y firmeza de frutos. La dilución de Liplant® 1/30 (v/v) mostró efectos positivos en el crecimiento, producción y calidad de los frutos de tomate

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La fase experimental del presente estudio se realizó en el Campus Experimental “La María”, predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el kilómetro 7.5 de la vía a El Empalme, situada geográficamente entre las coordenadas 1°3’18” de latitud sur y 79° 25’ 24” de longitud oeste, presentando las condiciones meteorológicas detalladas en la Tabla 3.

Tabla 3.

Condiciones meteorológicas Finca Experimental “La María” - UTEQ

Datos meteorológicos	Valores promedio
Altitud	77.60 m.s.n.m.
Temperatura	26 °C
Humedad relativa	87.71 %
Precipitación anual	2271.29mm
Zona ecológica	Bosque semi húmedo tropical

Fuente: (53)

Elaborado por: INIAP, 2015

3.2. Tipos de investigación

Se llevó a cabo una investigación de campo que incluyó una prueba para analizar el desempeño agronómico del cultivo de tomate, así como su influencia en el crecimiento y rendimiento del tomate al utilizar una combinación de suelo con cáscaras de banano. El estudio se desarrolló en un entorno de campo abierto utilizando un diseño de bloques completamente al azar, lo que facilitará el análisis de las variables de interés.

3.3. Métodos de investigación

Entre los métodos científicos utilizados se encuentran los siguientes

3.3.1. Método de observación

Se utilizó este método para comprobar los efectos de diferentes mezclas suelo- cáscara de banano que se obtendrán en cada una de las parcelas con sus respectivos tratamientos. La observación se la realizó de forma diaria y los registros de los datos se tomaron cada semana.

3.3.2. Método deductivo

Se utilizó para obtener datos de interés sobre los tratamientos que presentará su mayor efecto de mezclas - cáscara de banano en el cultivo de tomate, partiendo de la información obtenida de diferentes fuentes bibliográficas y mediante los datos recopilados mediante la observación en el experimento.

3.3.3. Método inductivo

Se realizó con el fin de obtener datos de interés sobre la producción del tomate, la satisfacción brindada y las necesidades específicas de los tratamientos, qué permitieron comprobar los resultados y conclusiones del proyecto.

3.3.4. Método estadístico

Mediante este método se realizó el análisis e interpretación de los datos obtenidos en la evaluación de las diferentes variables de respuesta, para la posterior tabulación de resultados alineados a los objetivos planteados.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Como fuente primaria se utilizarán los datos registrados durante el trabajo de campo al observar el comportamiento productivo del cultivo; mientras que las fuentes secundarias provendrán de información literaria como libros, artículos de revistas científicas, tesis relacionadas al tema en estudio, sitios web e informes de instituciones oficiales.

3.5. Diseño del experimento

La presente investigación se la realizó en invernadero bajo condiciones controladas, se utilizó Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones obteniendo 20 unidades experimentales. Cada unidad experimental se compone de 6 plantas. Se efectuó un ANOVA de una vía y cuando presente significancia estadística fue realizado un análisis de comparación de las medias aplicando la prueba de rangos múltiples de Tukey. Se utilizó el programa estadístico programa estadístico R y un nivel de significancia de 5 % cuando necesario.

3.5.1. Análisis de varianza (ANOVA) del experimento

Tabla 4.

Anova del experimento

Factor de variación (FV)	gl	SC	CM	F
Tratamientos (t-1)	3	SC _T	CM _T	$\frac{CM_T}{CM_{EE}}$
Error experimental t(r-1)	16	SC _{EE}	CM _{EE}	
Total (tr-1)	19	SC _t		

Elaborado por: Palma Vera, 2023

3.5.2. Tratamientos en estudio

Tabla 5.

Descripción de los tratamientos del estudio "Efectos mezclas suelo- cáscara de banano en plantas de Solanum lycopersicum L.

Tratamiento	Descripción	Repeticiones	Plantas por tratamiento	Total
T0	Suelo sin material vegetal	5	6	30
T1	Suelo + 2.5 % de material vegetal	5	6	30
T2	Suelo + 5 % de material vegetal	5	6	30
T3	Suelo + 7.5 % de material vegetal	5	6	30
Total				120

Elaborado por: Palma Vera, 2023

3.6. Manejo específico del experimento

3.6.1. Establecimiento del experimento

La presente investigación se realizó Universidad Técnica Estatal De Quevedo en un invernadero ubicado en el Campus Universitario "La María". Este trabajo consistió en evaluar los efectos mezclas-suelo cascará a base de cascará de banano en plantas de tomate.

3.6.2. Preparación del sustrato

Para la obtención del sustrato se recolectó las cáscaras frescas de banano en primera instancia, se procedió luego a secar a temperatura ambiente bajo sombra en pequeños trozos después de eso se las terminó de secar y deshidratar en una estufa a una temperatura de 50-60 °C para así procederlas a moler en un molino manual obteniendo como resultado un polvo, para poder mezclarlo en el sustrato (suelo).

3.6.3. Análisis del suelo T0 – T3

Se le realizó un estudio del suelo antes y después de colocar el compuesto de la cáscara de banano a la fase edafológica para conocer los porcentajes de nutrientes que se encuentran en el suelo en esas etapas

3.6.4. Obtención de metabolitos primarios y secundarios

Se hizo uso del laboratorio de química para pesar y deshidratar las cáscaras de banano, luego una vez teniendo el polvo y el solvente se proporcionó cierta parte para hacer la maceración con los solventes de polaridad baja (éter de petróleo) el cual se utilizó 180 mL de este en una masa del material vegetal de 43.4 g, polaridad media (acetona) se utilizó la misma cantidad que la anterior de solvente y material vegetal y para el solvente de polaridad alta (etanol) se empleó la misma cantidad 180 mL y con la misma cantidad de material vegetal, todo esto se lo dejó reposar en sus respectivos recipiente de vidrio cerrado generalmente a temperatura ambiente durante 24 horas para luego filtrar el líquido, esto se repitió 2 veces para los de polaridad baja, polaridad media y polaridad alta .

Una vez teniendo los tres extractos se los llevó en el rotaevaporador Heindolph a 50 °C para extraer el solvente del compuesto deseado para así identificar los metabolitos primarios y secundario por medio de espectroscopia infrarroja (IR) en el cual se utilizó un espectrofotómetro Perkin Elmer FTIR 16 PC. Los análisis se realizaron con muestras de cloroformo con 24 barridos de solución de 2cm⁻¹. Estos espectros se realizaron en el Instituto de Investigaciones de Biomedicina y Ciencias Aplicadas (IIBCA) de la Universidad del Oriente (UDO).

3.6.5. Trabajo de campo

Para la parte de campo se realizó la germinación de 150 semillas, seguido el llenado de 120 fundas, una vez mezclado el suelo con el material vegetal según las proporciones deseadas para cada tratamiento para luego proceder a trasplantar las plántulas de tomate de variedad (Daniela Imarar), se realizó el riego manualmente, como también la poda de chupones, se le aplicó un insecticida y fungicida cada 15 hasta los 45 días y el deshierbé. El trabajo de investigación estuvo conformado por 4 tratamientos y 5 repeticiones. Tuvo una duración de 2 meses.

3.7. Variables evaluadas

3.7.1. Análisis de parámetros físicos-químicos del suelo

Para conocer el estado nutricional y acidez del suelo se realizaron estudios de las dos muestras de suelo una antes y una después de introducir el sustrato de las cáscaras de banano para saber los porcentajes de nutrientes que se encuentran en la tierra.

3.7.2. Identificación de metabolitos primarios de los extractos de cáscaras de banano (Biomasa seca)

Se utilizó la espectroscopia infrarroja (IR) para poder identificar las proteínas, carbohidratos y lípidos presentes en los extractos.

3.7.3. Identificación de metabolitos secundarios de los extractos de cáscaras de banano (Biomasa seca)

Con el fin de identificar la existencia de metabolitos secundarios se utilizó el método de espectroscopia infrarroja (IR) presentes en los extractos para encontrar saponinas, flavonoides, glicósidos cardiotónicos, glicósidos cianogénicos, taninos, polifenoles, antraquinonas, alcaloides, esteroides insaturados, triterpenos pentacíclicos, cumarinas, metilencetonas, fenilpropanoides.

3.7.4. *Altura de la planta (cm)*

Para la evaluación de la altura de la planta se tomaron datos a los 15, 30, 45 días después del trasplante, se tomaron 6 plantas al azar por cada unidad experimental, se midió desde la base de la planta hasta su ápice utilizando un flexómetro o una regla graduada en centímetros para la obtención de los datos.

3.7.5. *Diámetro del tallo (cm)*

El diámetro del tallo se midió con un calibrador pie de rey o cada 15 días, hasta los 45 días.

3.7.6. *Días a floración*

Esto se determinó por observación directa en cada tratamiento considerando el período desde la fecha del trasplante hasta que el 50 % de las plantas en todos los tratamientos habían florecido

3.7.7. *Número de flores*

Se tomaron 6 plantas por tratamientos, se contó el número de flores a los 50 días presentes en el total de inflorescencia en cada planta.

3.7.8. *Números de frutos cuajados*

De las 6 plantas por tratamientos se contaron los frutos cuajados a los 55 días de cada planta.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. *Recursos humanos*

- Andy Ali Palma Vera (Autor del Proyecto de Investigación)
- Dra. Shailili Mercedes Moreno Morales (Directora del Proyecto de Investigación).

3.8.2. Recursos materiales

Tabla 6.

Materiales utilizados

Material de Campo	Cantidad
Fundas agronómicas	150
Sustrato de cáscara de banano	15 kg
Sustrato (suelo)	267,7kg
Semillas de tomate	150
Bandeja de germinación	1
Material de Laboratorio	Cantidad
Balanza analítica	1
Embudo de vidrio	1
Frasco de vidrio de 1000ml	3
Matraz	1
Papel filtro	9
Probeta de vidrio	1
Papel aluminio (rollo)	1
Guantes	2
Etanol (L)	180 mL
Éter de petróleo (L)	180 mL
Acetona (L)	180 mL

Elaborado por: El autor.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de parámetros físicos-químicos del suelo

4.1.1. Suelo sin material vegetal (T0)

Después de enviar la muestra de suelo (T0) al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de la Estación Experimental “Pichilingue” se llevó a cabo una evaluación del estado nutricional y acidez del suelo, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7.

Resultado de análisis del suelo realizado al tratamiento testigo T0

Parámetro	Valor
Ph	6.5 L Ac
Ppm	
NH ₄	26 M
P	22 A
Meq/100mL	
K	1.03 A
Ca	8 M
Mg	1.3 M
Ppm	
S	12 M
Zn	3.8 M
Cu	4.6 A
Fe	205 A
Mn	2.9 B
B	0.86 M
%	
M.O	4.5 M
Relaciones	
Ca/Mg	6.1
Mg/K	1.26
Ca+Mg/K	9.03
Textura	
Arena	37%
Limo	53%
Arcilla	10%
Clase textural	Franco-Limoso

L Ac = Ligeramente ácido, B = Bajo, M = Medio, A = Alto, M.O. =Materia orgánica

Elaborado por: El autor

4.1.2. Suelo con material vegetal (T3)

En la Tabla 8, se detallan los resultados del análisis de suelo aplicado al tratamiento con 7.5 % de material vegetal (T3).

Tabla 8.

Resultado de análisis del suelo realizado al tratamiento T3

Parámetro	Valor
pH	7.4 PN
Ppm	
NH ₄	29 M
P	59 A
Meq/100mL	
K	7.35 A
Ca	9 A
Mg	2.2 A
Ppm	
S	16 A
Zn	8.6 A
Cu	12.2 A
Fe	250 A
Mn	13.7 A
B	0.36 B
%	
M.O	6.4 A
Relaciones	
Ca/Mg	4.0
Mg/K	0.30
Ca+Mg/K	1.52
Textura	
Arena	46 %
Limo	40 %
Arcilla	14 %
Clase textural	Franco

PN = Prácticamente Neutro, B = Bajo, M = Medio, A = Alto, M.O. =Materia orgánica

Elaborado por: El autor

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que en el tratamiento con 7.5 % de material vegetal (T3), el suelo presenta un pH ligeramente alcalino de 7.4. Los niveles de nutrientes esenciales también son favorables, con un contenido de fósforo (P) de 59 ppm, que se encuentra dentro de un rango adecuado para el desarrollo vegetal. Además, se

observan concentraciones saludables de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), lo que sugiere una buena disponibilidad de estos nutrientes para las plantas en este tratamiento.

En cuanto a los micronutrientes, los niveles de zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y manganeso (Mn) están en un rango óptimo para el crecimiento de las plantas, indicando una adecuada nutrición mineral. La materia orgánica (M.O) en este tratamiento se encuentra en un nivel de 6.4 %, lo que indica un contenido orgánico relativamente alto, lo cual es beneficioso para la retención de agua y nutrientes en el suelo.

En términos de relaciones entre nutrientes, la proporción de calcio a magnesio (Ca/Mg) es de 4.0, sugiriendo un equilibrio adecuado entre estos dos elementos esenciales. La relación magnesio a potasio (Mg/K) es de 0.30, lo cual indica una proporción favorable para el crecimiento de las plantas. Además, la suma de calcio y magnesio dividida por potasio (Ca+Mg/K) es de 1.52, lo que sugiere una buena disponibilidad de cationes esenciales. En cuanto a la textura del suelo, se clasifica como franco, con un equilibrio relativamente equitativo entre arena, limo y arcilla (46 %, 40 % y 14 % respectivamente).

Cabe destacar que ambos tratamientos presentan un pH prácticamente neutro (PN) y una textura del suelo clasificada como franco, lo que sugiere condiciones adecuadas para el crecimiento de las plantas en ambos casos; sin embargo, es evidente que el tratamiento T3, con la adición de material vegetal, ofrece un suelo más enriquecido en nutrientes esenciales, lo que puede tener un impacto positivo en el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas en este suelo.

Con relación a estos parámetros Ruiz *et al.* (54), reportaron una caracterización del suelo con valores de pH (8.4), P (11.49 mg/kg), N (0.9 g/kg), señalando que la proporción del contenido de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) no eran los óptimos; sin embargo, con la incorporación de la harina se adicionaron 4.3 g de nitrógeno por kg de suelo, mejorando así las propiedades nutrimentales del suelo (que originalmente contenía 0.9 g de nitrógeno por kg de suelo) para el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), usando harina de *Pterygoplichthys* spp.

Es importante resaltar que el nivel de acidez o alcalinidad del suelo se determina a través de parámetros como su pH. Un pH bajo indica la presencia de acidez, caracterizado por una alta concentración de iones de hidrógeno, mientras que un pH alto señala alcalinidad, con una

baja concentración de iones de hidrógeno. Se clasifican así: $\text{pH} > 7,5$ es alcalino, 6,5 a 7,5 es neutro y $< 6,5$ es ácido, siendo valores más bajos más ácidos (55).

Los elementos de N, P y K son nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. El nitrógeno favorece el desarrollo de hojas y el verdor exuberante, además de ser crucial para la formación de proteínas. El fósforo es fundamental para raíces fuertes, flores y frutos, y es vital en la transferencia de energía durante la floración. El potasio fortalece la planta contra enfermedades y estrés, y regula el agua y los nutrientes. En el caso de cultivos de tomate, mantener un equilibrio adecuado de NPK es esencial para lograr un rendimiento óptimo (56).

Según el análisis realizado para los microelementos, observamos que el azufre (S) se sitúa en un nivel medio en la escala, con un valor de 12 ppm. De manera similar, el zinc (Zn) presenta un nivel medio, con 3.8 ppm, mientras que el manganeso se encuentra en un nivel bajo, registrando 2.9 ppm. En contraste, el cobre (Cu) y el hierro (F) están en niveles altos con 4.6 ppm y 1205 ppm, respectivamente. El boro (B), por otro lado, se encuentra en el nivel medio, con un valor de 0.86 ppm.

Si bien existe limitada información sobre este tipo de elementos en cultivos de tomate, Escobar (57) señala que cada uno de estos elementos es vital en todas las fases de desarrollo del tomate, aunque ciertos elementos, como el potasio y el nitrógeno, son especialmente cruciales para potenciar la producción de frutos. Mantener una alimentación adecuada en nuestro cultivo previene la aparición de deficiencias y garantiza un rendimiento óptimo (57).

Por otro lado, el suelo exhibe una textura franco - limoso, lo que se traduce en una composición que consta de un 37 % de arena, un 53 % de limo y un 10 % de arcilla. Además, la materia orgánica (M.O.) en el suelo se encuentra en un nivel medio, con un porcentaje del 4.5 %. Este nivel de materia orgánica resulta adecuado, ya que tiene la cantidad proporcional para respaldar el crecimiento y desarrollo de este cultivo. Betancourt (58) presentó características similares de suelo (40 % limoso) en cultivo de *S. lycopersicum* Mill. Var. Alba, mientras que Terry (59) reportó una materia orgánica inferior a los resultados de este estudio, con valores de 1.61 y 1.67% de MO en tomates del cultivar "Mara".

Es importante destacar que, en suelos arcillosos y arenosos, el tomate prospera cuando el suelo tiene una profundidad mínima de 40 cm. En cuanto al nivel de acidez o alcalinidad (pH) del suelo, se recomienda que esté en un rango óptimo de 6 a 6,5 para asegurar un desarrollo saludable de la planta y una disponibilidad adecuada de nutrientes. Los suelos

pueden variar desde ligeramente ácidos hasta moderadamente alcalinos (60). La compactación del suelo puede mejorarse mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos debido a la disponibilidad de nutrientes, la capacidad de retención de agua y la aireación del suelo, lo cual beneficia de manera positiva a la biomasa total de la planta (54).

En cuanto a las relaciones de nutrientes, la relación entre calcio (Ca) y magnesio (Mg) es de 6.1, la relación entre magnesio y potasio es de 1.26, y la relación entre la suma de calcio y magnesio y el potasio es de 9.03. En el estudio de Reyes (61), el suelo utilizado como sustrato en cultivo de *S. lycopersicum* resultó tener bajos contenidos de NPK, así como niveles medios para Ca y Mg. Dado que el tomate absorbe una gran cantidad de nutrientes del suelo para satisfacer sus necesidades nutricionales, las plantas de tomate cultivadas en estas circunstancias solo pueden mantenerse por un período breve sin que su crecimiento se vea afectado (58).

Si bien estos micronutrientes son requeridos por el cultivo en muy pequeñas cantidades, desempeñan un rol fundamental en el vigor de la planta, el rendimiento y la calidad de la cosecha promoviendo el crecimiento fuerte y constante de los cultivos que producen mayores producciones y aumentan la calidad de la cosecha, aprovechando al máximo el potencial genético del tomate (55, 60).

Este tipo de análisis resulta de vital importancia en la agricultura y la horticultura, ya que proporciona información crucial sobre la composición y disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas. Estos datos permiten a los agricultores y jardineros tomar decisiones informadas sobre la selección de cultivos, el manejo de fertilizantes y la corrección de posibles deficiencias de nutrientes. Además, el análisis del suelo también puede revelar información sobre la textura, el pH y otros factores que afectan la salud y el rendimiento de las plantas. En el caso específico de los tratamientos T0 y T3, este análisis destaca cómo la adición de material vegetal en el T3 ha mejorado significativamente la calidad del suelo, lo que puede traducirse en un crecimiento más saludable y productivo de las plantas (61, 62).

4.2. Obtención de los extractos del material vegetal

Una vez realizada la extracción del material vegetal seco (130.2 g de cáscara de banano), se obtuvieron tres extractos de polaridades, cuyas características generales se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9.

Resultado de extractos de material vegetal

Extracto	Solvente de extracción	Masa de material inicial (g)	Masa del extracto (g)	% de rendimiento en la extracción
EE	Etanol (polar)	43.4	1.9	4.3
EEP	Éter de petróleo (baja polaridad)	43.4	1.7	3.9
EA	Acetona (polaridad intermedia)	43.4	0.8	1.8

EE: Extracto En Etanol, EEP: Extracto En Éter De Petróleo, EA: Extracto En Acetona

Elaborado por: El autor

El mayor porcentaje se obtuvo en el extracto etanólico con un 4.3 % lo cual implica que los compuestos que forman parte de la cáscara de banano, en su mayoría son compuesto de alta polaridad, y por eso se disuelve en etanol que es un solvente polar; los que están en una proporción más baja son los compuestos de polaridad intermedia y resultó ser el más bajo con el 1.8 %, los compuestos de baja polaridad que son solubles en éter de petróleo, obteniendo el 3.9 %.

4.3. Análisis de metabolitos

4.3.1. Metabolitos primarios

Se identificaron los metabolitos primarios en los extractos EE, EEP y EA de las cáscaras de banano, mediante técnicas de espectroscopia infrarroja y métodos de identificación más efectivos, lo cual facilitó la clasificación de algunos de los componentes químicos, cuyos resultados se presentan en la Tabla 10, y en la Figuras 2, 3, 4.

Tabla 10.

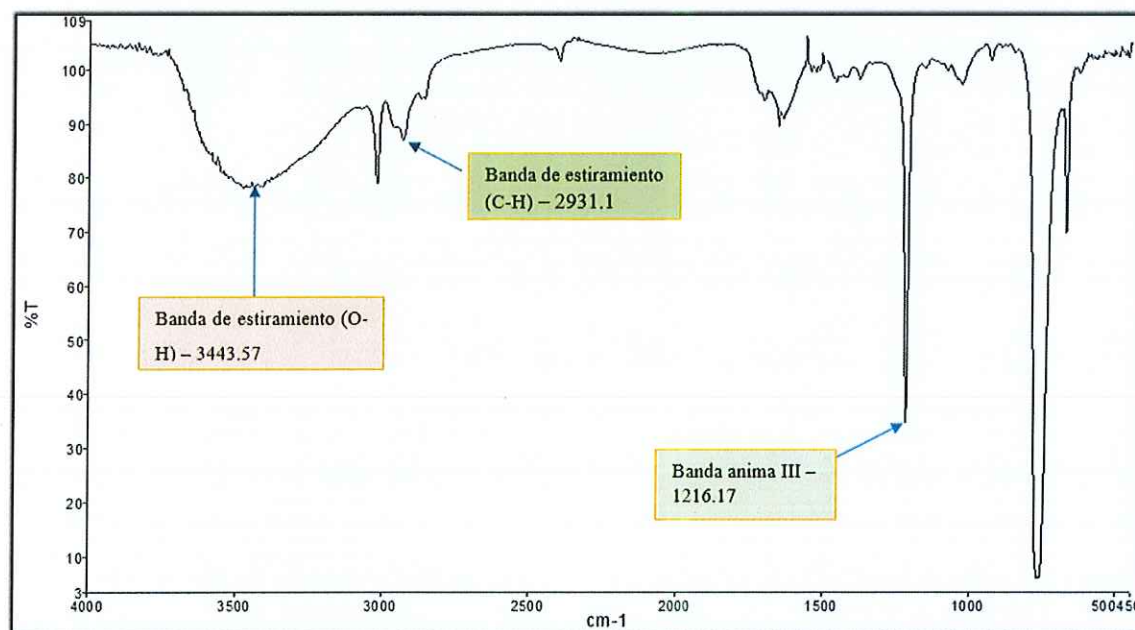
Identificación de grupos funcionales por metabolito en el extracto EE.

Metabolitos	Señales teóricas (cm ⁻¹)	Bandas en el extracto (cm ⁻¹)
Proteínas	Banda amina I 1600-1700	Banda aminá – 1216.17
	Banda amina II 1500-1600	
	Banda amina III 1200-1300	
Carbohidratos	Banda de estiramiento (O-H) 3200-3600	Banda de estiramiento (O-H) – 3443.57
	Banda de estiramiento (C-H) 2800-3000	
	Banda de estiramiento (C=H) 1700-1750	
Lípidos	Banda de estiramiento (C-H) 2800-3000	Banda de estiramiento (C-H) – 2931.1
	Banda de estiramiento (C=H) 1700-1750	
	Banda de estiramiento (O-H) 3200-3600	

Elaborado por: El autor

Figura 2.

Espectro de FT-IR del EE



Elaborado por: El autor

Tabla 11.

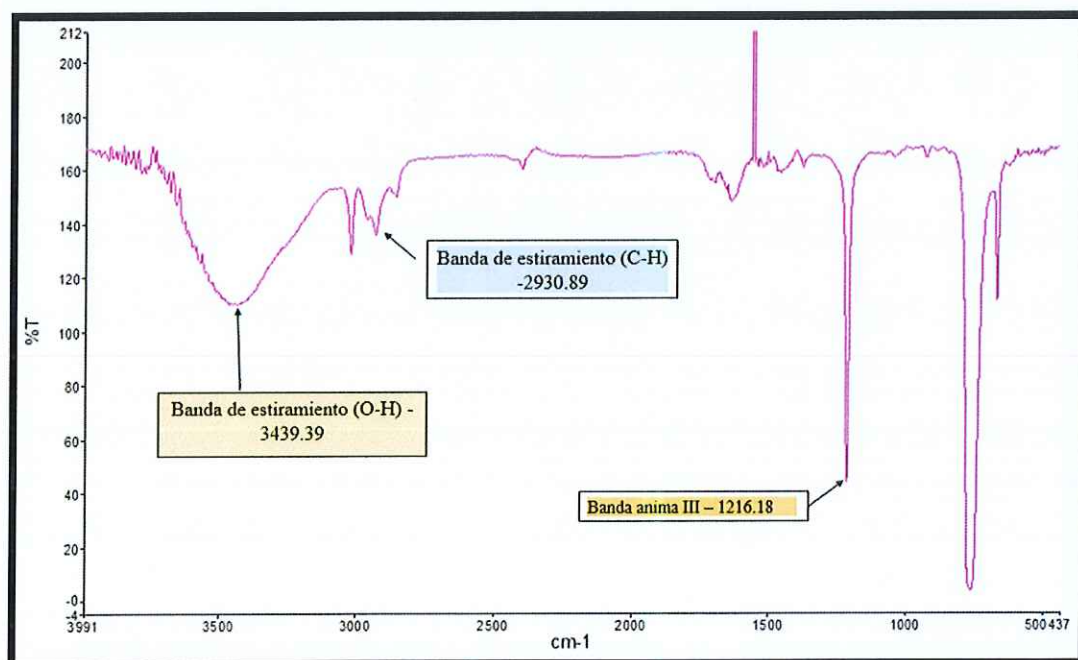
Identificación de grupos funcionales por metabolito en el extracto EEP.

Metabolitos	Señales teóricas (cm ⁻¹)	Bandas en el extracto (cm ⁻¹)
Proteínas	Banda amina I 1600-1700	Banda amina III – 1216.18
	Banda amina II 1500-1600	
	Banda amina III 1200-1300	
Carbohidratos	Banda de estiramiento (O-H) 3200-3600	Banda de estiramiento (O-H) -3439.39
	Banda de estiramiento (C-H) 2800-3000	
	Banda de flexión de enlace (O-H) 1600-1650	
Lípidos	Banda de estiramiento (C-H) 2800-3000	Banda de estiramiento (C-H) -2930.89
	Banda de estiramiento (C=H) 1700-1750	
	Banda de estiramiento (O-H) 3200-3600	

Elaborado por: El autor

Figura 3.

Espectro de FT-IR del EEP



Elaborado por: El autor

Tabla 12.

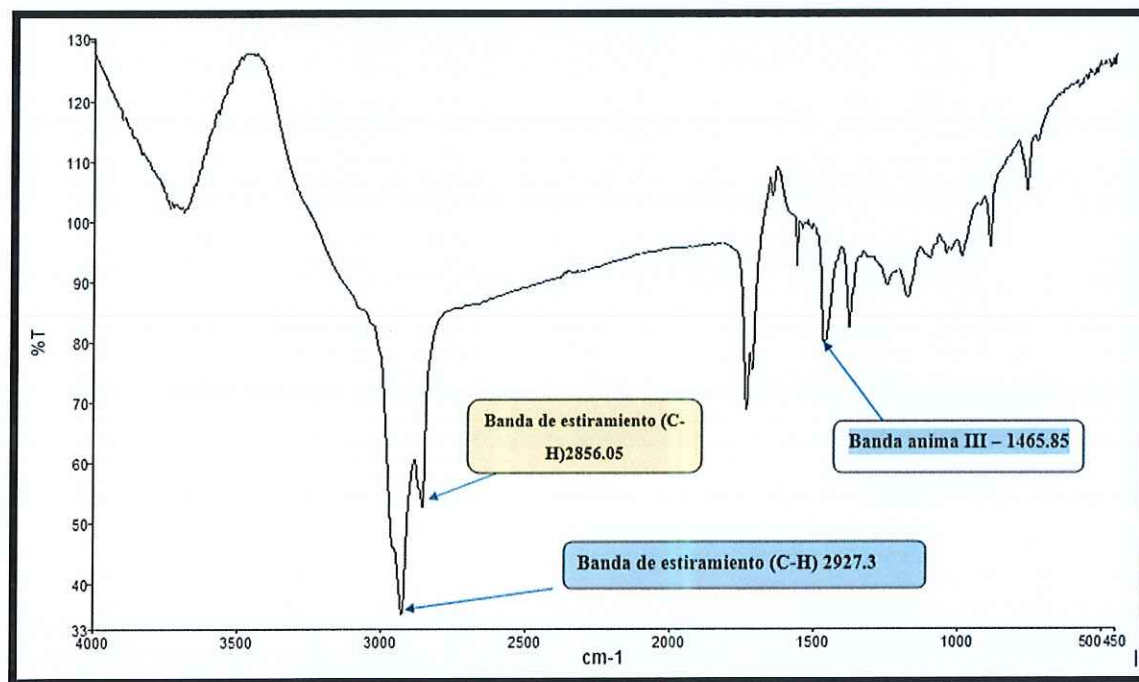
Identificación de grupos funcionales por metabolito en el extracto EA.

Metabolitos	Señales teóricas (cm ⁻¹)	Bandas en el extracto (cm ⁻¹)
Proteínas	Banda amina I 1600-1700	Banda amina III – 1465.85
	Banda amina II 1500-1600	
	Banda amina III 1200-1300	
Carbohidratos	Banda de estiramiento (O-H) 3200-3600	Banda de estiramiento (C-H) 2927.3
	Banda de estiramiento (C-H) 2800-3000	
	Banda de flexión de enlace (O-H) 1600-1650	
Lípidos	Banda de estiramiento (C-H) 2800-3000	Banda de estiramiento (C-H) 2856.05
	Banda de estiramiento (C=H) 1700-1750	
	Banda de estiramiento (O-H) 3200-3600	

Elaborado por: El autor

Figura 4.

Espectro de FT-IR del EA



Elaborado por: El autor

4.3.2. Metabolitos secundarios

Mediante espectroscopía Infrarroja se logró identificar los posibles metabolitos secundarios en los extractos EE, EEP y EA de las cáscaras de banano, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13.

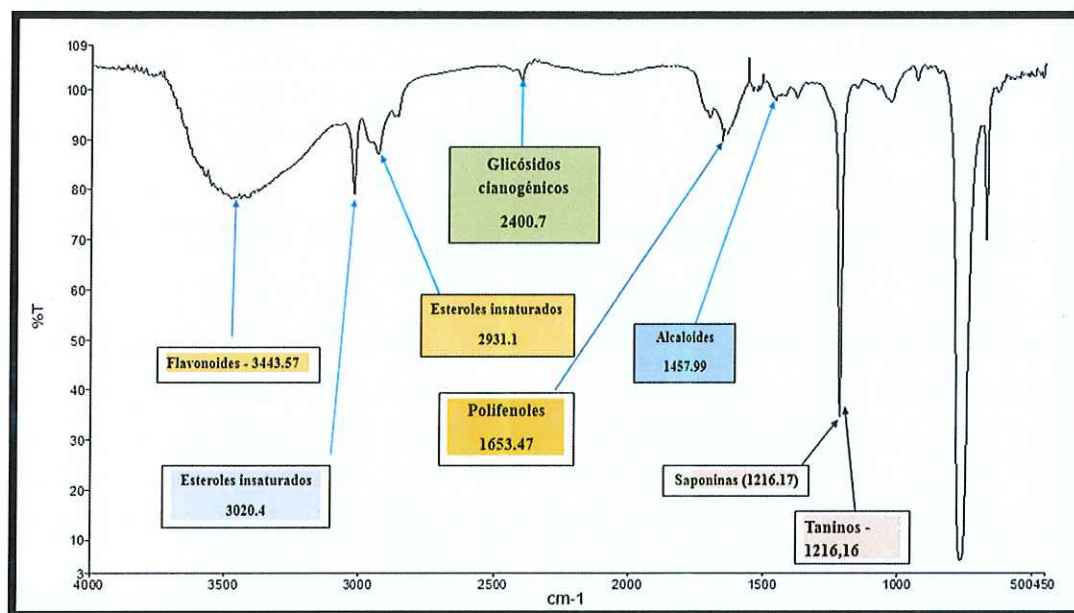
Identificación de la presencia de metabolitos secundarios por medio de señales IR (EE)

Metabolitos	Señales teóricas (cm ⁻¹)	Bandas en extracto	Extracto
Saponinas	Banda de estiramiento del grupo C-O (1000-1300)	Banda de estiramiento del grupo C-O (1216.17)	+
Flavonoides	Banda de estiramiento del grupo(-OH) 3300-3500	Banda de estiramiento del grupo OH-3443.57	+
Glicósidos cardiotónicos	Banda de estiramiento del grupo C=O (1700-1800)	No registra	-
Glicósidos cianogénicos	Banda de estiramiento del grupo C≡N (cianuro) (2100-2260)	Banda de estiramiento del grupo C≡N- 2400.7	+
Polifenoles	Banda de estiramiento del grupo C=O (1650-1750)	Banda de estiramiento del grupo C=O 1653.47	+
Taninos	Banda de estiramiento del grupo C-O-C 1200-1300	Banda de estiramiento del grupo C-O-C 1216,16	+
Antraquinonas	Banda de estiramiento del grupo C=O (1700-1720)	No registra	-
Alcaloides	Banda de estiramiento del grupo C-H (1500-400)	Banda de estiramiento del grupo C-N 1457.99	+
Esteroles insaturados	Banda de estiramiento del grupo C-H (3100-2700)	Banda de estiramiento del grupo C-H 3020.4	+
Triterpenos Pentacíclicos	Banda de estiramiento del grupo O-H (3400-3200)	No registra	-
Cumarinas	Banda de estiramiento del grupo C-C (1500-1300)	Banda de estiramiento del grupo C-C 1457.99	+
Metilencetonas	Banda de estiramiento del grupo -CH ₃ 2800-3000	Banda de estiramiento del grupo -CH ₃ 2931.1	+
Fenilpropanoides	Banda de estiramiento del grupo C-O 1000-1300	No registra	N

Elaborado por: El autor

Figura 5.

Espectro de FT-IR del (EE)



Elaborado por: El autor

Tabla 14.

Identificación de la presencia de metabolitos secundarios por medio de señales IR del extracto EEP.

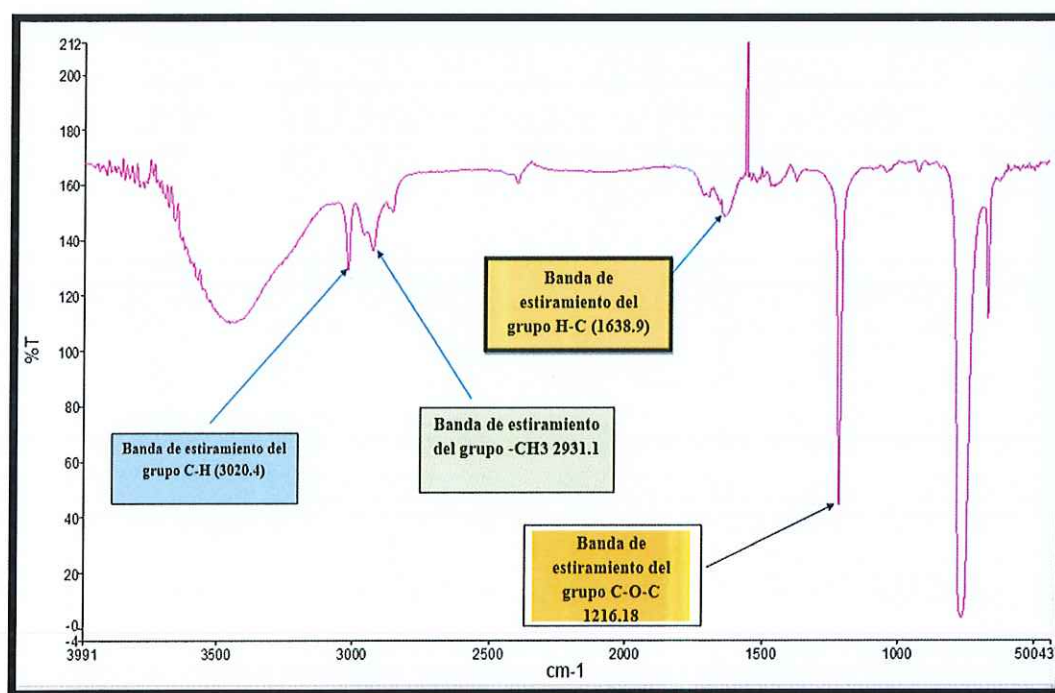
Metabolitos	Señales teóricas (cm ⁻¹)	Bandas en extracto	Extracto
Saponinas	Banda de estiramiento del grupo -OH (3200-3400)	No registra	—
Flavonoides	Banda de estiramiento del grupo (C=O 1650-1750)	No registra	—
Glicósidos cardiotónicos	Banda de estiramiento del grupo C=O (1700-1800)	No registra	—
Glicósidos cianogénicos	Banda de estiramiento del grupo C≡N (cianuro) (2100-2260)	No registra	—
Polifenoles	Banda de estiramiento del grupo C=O (1650-1750)	No registra	—
Taninos	Banda de estiramiento del grupo C-O-C 1200-1300	Banda de estiramiento del grupo C-O-C 1216,18	+
Antraquinonas	Banda de estiramiento del grupo C=O (1700-1720)	No registra	—

Alcaloides	Banda de estiramiento del grupo C-H (1600-1680)	Banda de estiramiento del grupo H-C (1638.9)	+
Esteroles insaturados	Banda de estiramiento del grupo C-H (3100-2700)	Banda de estiramiento del grupo C-H (3020.4)	+
Triterpenos Penta cíclicos	Banda de estiramiento del grupo O-H (3400-3200)	No registra	-
Cumarinas	Banda de estiramiento del grupo C-C (1500-1300)	No registra	-
Metilencetonas	Banda de estiramiento del grupo -CH ³ 2800-3000	Banda de estiramiento del grupo -CH ³ 2931.1	+
Fenilpropanoides	Banda de estiramiento del grupo C-O 1000-1300	No registra	-

Elaborado por: El autor

Figura 6.

Espectro de FT-IR del EEP



Elaborado por: El autor

Tabla 15.

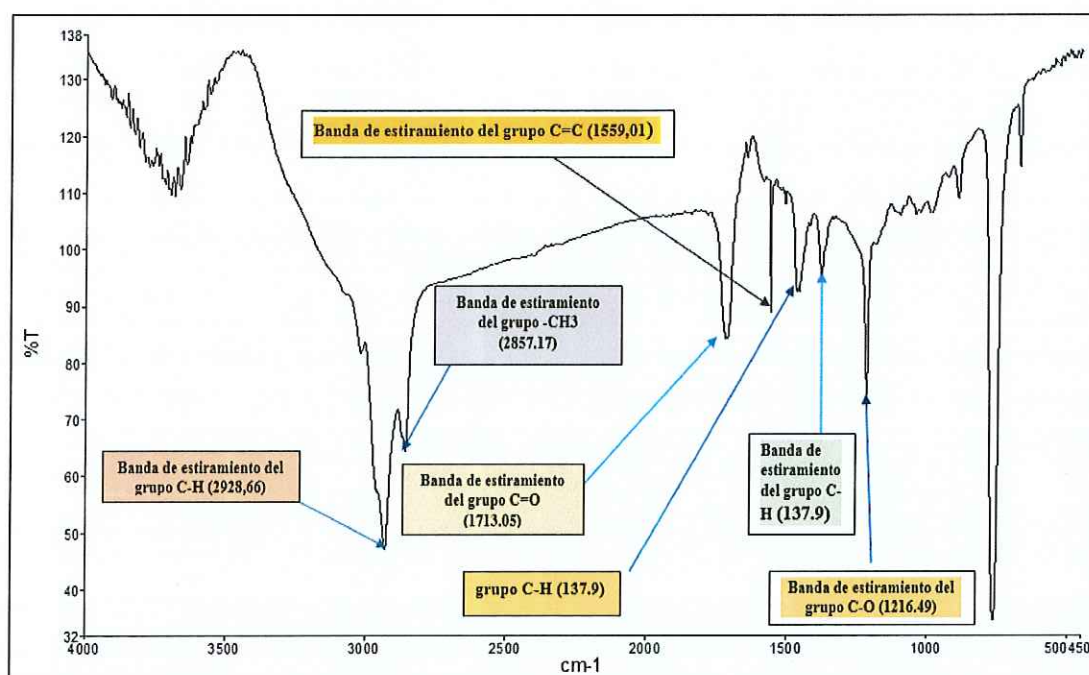
Identificación de la presencia de metabolitos secundarios por medio de señales IR del extracto EA.

Metabolitos	Señales teóricas (cm ⁻¹)	Bandas en extracto	Extracto
Saponinas	Banda de estiramiento del grupo C-O (1000-1300)	Banda de estiramiento del grupo C-O (1216.49)	+
Flavonoides	Banda de estiramiento del grupo(-OH) 3300-3500	No registra	-
Glicósidos cardiotónicos	Banda de estiramiento del grupo C=O (1700-1800)	Banda de estiramiento del grupo C=O (1713.05)	+
Glicósidos cianogénicos	Banda de estiramiento del grupo C≡N (cianuro) (2100-2260)	No registra	-
Polifenoles	Banda de estiramiento del grupo C=O (1650-1750)	No registra	-
Taninos	Banda de estiramiento del grupo C=C1600-1700	No registra	-
Antraquinonas	Banda de estiramiento del grupo C=O (1700-1720)	No registra	-
Alcaloides	Banda de estiramiento del grupo C-H (1500-400)	Banda de estiramiento del grupo C-H (137.9)	+
Esteroles insaturados	Banda de estiramiento del grupo C-H (3100-2700)	Banda de estiramiento del grupo C-H (2928,66)	+
Triterpenos Pentacíclicos	Banda de estiramiento del grupo O-H (3400-3200)	No registra	-
Cumarinas	Banda de estiramiento del grupo C-C (1500-1300)	Banda de estiramiento del grupo C-C (1456.9)	+
Metilencetonas	Banda de estiramiento del grupo -CH ³ 2800-3000	Banda de estiramiento del grupo -CH ³ (2857.17)	+
Fenilpropanoides	Banda de estiramiento del grupo C=C(1600-1500)	Banda de estiramiento del grupo C=C(1559,01)	+

Elaborado por: El autor

Figura 7.

Espectro de FT-IR del (EA)



Elaborado por: El autor

El estudio de metabolitos primarios y secundarios en cáscaras de banano empleadas como abono orgánico es crucial. Proporciona una comprensión detallada de la composición química de estas cáscaras, revelando su valioso potencial como fuente de nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal. Esto impulsa la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la optimización del aprovechamiento de recursos naturales, contribuyendo así a la preservación del medio ambiente y a la mejora de la productividad agrícola. Además, abre la puerta a la innovación en el campo de la agricultura al fomentar el desarrollo de técnicas de fertilización orgánicas más eficientes y ecológicas.

Reddy *et al.* (65) llevaron a cabo investigaciones acerca de la extracción de enzimas, como lactasa, lignina peroxidasa, xilanasas, CMCasas y Fpasas, a partir de residuos de banano utilizando los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus sajor-caju*. La investigación de Granda *et al.* Determinó que la combinación más efectiva de sustratos para la producción de las enzimas ligninoperoxidasa (LiP) y manganeso peroxidasa (MnP) involucra hojas y tallos de plátano, y también evaluaron la presencia de compuestos aromáticos en distintas combinaciones de sustratos. Por otro lado, Osma *et al.* (66) se enfocaron en la producción de lactasa utilizando cáscaras de banano con el hongo *Trametes pubescens*. En un estudio adicional, Manjarrés *et al.* (67) concluyeron que la cáscara de plátano puede ser un sustrato

viable, especialmente cuando se complementa con otros residuos lignocelulósicos, como el bagazo de caña.

El análisis de metabolitos primarios y secundarios en cáscaras de banano como abono orgánico es esencial para comprender su composición química y su valor como fuente de nutrientes. No obstante, a nivel de suelo, también es crucial investigar la influencia de estos compuestos en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, lo que añade una perspectiva adicional en la optimización de prácticas agrícolas sostenibles.

Se ha evidenciado que los metabolitos primarios y secundarios en muestras de suelo desempeñan roles fundamentales en los ecosistemas terrestres. Los metabolitos primarios, como los carbohidratos y aminoácidos, son esenciales para el crecimiento y desarrollo de los organismos del suelo, proporcionando la energía y los bloques de construcción necesarios. Por otro lado, los metabolitos secundarios, como los compuestos fenólicos y alcaloides, desempeñan funciones de defensa y comunicación en las plantas y microorganismos del suelo, influyendo en la interacción planta-planta y planta-microorganismo (68).

Lo mencionado indica que la presencia y diversidad de estos metabolitos en las muestras de suelo pueden servir como indicadores sensibles de la salud y biodiversidad del ecosistema, así como de su respuesta a cambios ambientales y disturbios, lo que los convierte en herramientas valiosas para la evaluación y gestión de ecosistemas terrestres. En suelos de cultivo de tomate, los metabolitos primarios desempeñan un papel esencial al proporcionar los nutrientes y compuestos necesarios para el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas. Estos incluyen carbohidratos como la glucosa y fructosa, aminoácidos esenciales para la síntesis de proteínas, así como lípidos que son componentes fundamentales de las membranas celulares.

Por otro lado, los metabolitos secundarios en suelos de cultivo de tomate, como los alcaloides y los compuestos fenólicos, juegan un papel crucial en la respuesta de las plantas a estímulos ambientales y en su defensa contra patógenos y herbívoros. Además, ciertos metabolitos secundarios en tomates, como los carotenoides, son responsables del color y la calidad nutricional de los frutos, lo que los convierte en aspectos relevantes tanto para la industria agrícola como para la nutrición humana. Por lo tanto, comprender y gestionar la composición de metabolitos primarios y secundarios en suelos de cultivo de tomate es fundamental para mejorar la productividad y la calidad de los cultivos (68).

4.4. Resultados de parámetros productivos

4.4.1. Altura de la planta (cm)

De acuerdo con el Anova, en la variable altura de la planta existió diferencia significativa (p valor <0.05) a los 15, 30 y 45 días del experimento, evidenciando así la influencia del contenido de material vegetal en el crecimiento de las plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). En el grupo de control (T0) sin material vegetal, las plantas exhibieron un aumento significativo en altura con el tiempo, registrando 19.65 cm a los 15 días, 35.77 cm a los 30 días y finalmente alcanzando una altura máxima de 59.06 cm a los 45 días. Por otro lado, al introducir un 2.5 % de material vegetal (T1), se observó una reducción en la altura de las plantas en comparación con el grupo de control en todos los puntos de tiempo. Las plantas en este grupo midieron 16.38 cm a los 15 días, 28.81 cm a los 30 días y 50.90 cm a los 45 días. El grupo con un 5 % de material vegetal (T2) también mostró una disminución en la altura en comparación con el grupo de control. Las mediciones registraron 15.79 cm a los 15 días, 23.03 cm a los 30 días y 44.50 cm a los 45 días. Finalmente, el grupo con un 7.5 % de material vegetal (T3) tuvo un patrón similar, con las plantas siendo las más cortas en comparación con los demás grupos. Las mediciones fueron 16.16 cm a los 15 días, 25.65 cm a los 30 días y 52.56 cm a los 45 días (Tabla 16). Estos resultados sugieren una tendencia inversamente proporcional entre la cantidad de material vegetal y la altura de las plantas de tomate. Es evidente que el exceso de material vegetal puede estar afectando negativamente el crecimiento vertical de las plantas de tomate en este estudio.

Tabla 16.

Valores promedios y coeficiente de variación de altura de la planta (cm) a los 15, 30 y 45 días

Tratamiento	Altura (cm)		
	15 días	30 días	45 días
T0: sin material vegetal	19.65a	35.77a	59.06a
T1: 2.5% de material vegetal	16.38b	28.81b	50.90bc
T2: 5% de material vegetal	15.79b	23.03b	44.50c
T3: 7.5% de material vegetal	16.16b	25.65b	52.56ab
CV%	7.34	11.56	6.99

Elaborado por: El autor

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Chiquito *et al.* (51), quienes al emplear diferente dosis de humato de vermicompost, obtuvo plantas de 13.67 a 18.12 cm de altura. Por su parte, Villegas *et al.* (52) reportaron plantas de tomate cultivado en suelos ligeramente salinos y sometidos a diferentes diluciones de humatos de vermicompost con valores elevados de 43 a 48.61 cm de altura. Lo cual sugieren que la aplicación de humato de vermicompost puede tener un impacto positivo en el crecimiento de las plantas de tomate, especialmente en suelos con ciertos niveles de salinidad, a diferencia de este estudio, donde los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento control sin aplicación de material vegetal (T0).

En otro estudio, Cayuba *et al.* (69) reportó plantas con alturas entre 41.53 a 51.07 cm, aplicando diferentes dosis de humus de lombriz y bocashi, destacando que el uso de abono orgánico enriquece el suelo con nutrientes esenciales de manera gradual y sostenible, promoviendo un ambiente propicio para el sistema radicular y estimulando un crecimiento vigoroso. Ante esto, Barraza *et al.* (70) afirman que el crecimiento de las plantas, que implica un aumento permanente en su tamaño, conlleva a nivel fisiológico alteraciones y respuestas de naturaleza bioquímica. Estas transformaciones fisiológicas, según los hallazgos de este estudio, sugieren que la fertilización puede ser considerada como un agente que provoca cambios perceptibles en el comportamiento agronómico de las plantas.

4.4.2. Diámetro del tallo de la planta (cm)

De acuerdo con el Anova, en la variable diámetro del tallo, no existió diferencia significativa (p valor >0.05) a los 15 y 30 días del experimento; sin embargo, a los 45 días los tratamientos aplicados si influenciaron de forma significativa (p valor <0.05) en esta variable, donde en el tratamiento T0, sin aplicación de material vegetal, se registraron diámetros de 0.32 cm a los 15 días, 0.44 cm a los 30 días y 0.63 cm a los 45 días. En el tratamiento T1, con una aplicación del 2.5 % de material vegetal, se obtuvieron diámetros de 0.37 cm a los 15 días, 0.45 cm a los 30 días y 0.55 cm a los 45 días. Para el tratamiento T2 (5 % de material vegetal), se observaron diámetros de 0.34 cm a los 15 días, 0.41 cm a los 30 días y 0.53 cm a los 45 días. Finalmente, en el tratamiento T3 (7.5 % de material vegetal), se registraron diámetros de 0.34 cm a los 15 días, 0.43 cm a los 30 días y 0.55 cm a los 45 días (Tabla 17). Estos resultados revelan el efecto de diferentes cantidades de material vegetal en el diámetro del tallo de las plantas de tomate a lo largo del tiempo.

Tabla 17. Valores promedios y coeficiente de variación de diámetro del tallo (cm) a los 15, 30 y 45 días

Tratamiento	Diámetro (cm)		
	15 días	30 días	45 días
T0: sin material vegetal	0.32a	0.44a	0.63 ^a
T1: 2.5 % de material vegetal	0.37a	0.45a	0.55b
T2: 5 % de material vegetal	0.34a	0.41a	0.53b
T3: 7.5 % de material vegetal	0.34a	0.43a	0.55b
CV%	10.46	6.19	6.42

Elaborado por: El autor

En cuanto al diámetro del tallo, Chiquito *et al.* (51) reportaron plantas con un diámetro entre 0.17 a 0.25 cm, mientras que Ramírez *et al.* (1) (71) registró valores entre 55 a 65 cm de diámetro empleando bonasí como abono. La variabilidad estadística observada en este estudio puede atribuirse al hecho de que, en esta fase inicial del cultivo, las disparidades en los diámetros son relativamente pequeñas. Esto se debe a que es el momento en el cual comienza la conversión de nutrientes en biomasa para el crecimiento de la planta tal como afirman Velasco *et al.* (72).

Esto evidencia que una adecuada fertilización puede inducir cambios fisiológicos notables en el crecimiento de las plantas, se proporciona una herramienta valiosa para los agricultores. Esto significa que pueden utilizar estrategias de abonamiento de manera más precisa y efectiva para optimizar el rendimiento de los cultivos. Además, entender cómo los nutrientes afectan la fisiología de las plantas es fundamental para desarrollar prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes, lo que puede tener un impacto significativo en la producción de alimentos a nivel global.

Si bien, estudios han demostrado que la combinación suelo-cáscaras de banano como sustrato, puede mejorar la estructura y fertilidad del suelo, promoviendo un ambiente propicio para el crecimiento radicular y desarrollo de las plantas de tomate. Además, las cáscaras de banana aportan nutrientes esenciales y elementos traza beneficiosos, lo que puede conducir a un incremento en la producción de frutos; sin embargo, los resultados obtenidos, distan mucho de esta afirmación.

Cabe destacar que, un sustrato óptimo debería contar con una porosidad total del 85 %, una porosidad de aireación mínima equivalente al 20 % del volumen total del medio, con el propósito de asegurar un adecuado intercambio de gases. En ausencia de estas condiciones, podría surgir una insuficiencia de oxígeno que restringiría la respiración apropiada de las plantas, lo que a su vez reduciría la absorción de agua y nutrientes. Asimismo, debería poseer una capacidad de retención de humedad entre el 40 % y el 60 %, junto a una densidad aparente cercana a 0,22 g/cm³ para prevenir posibles volcamientos de las plantas (73).

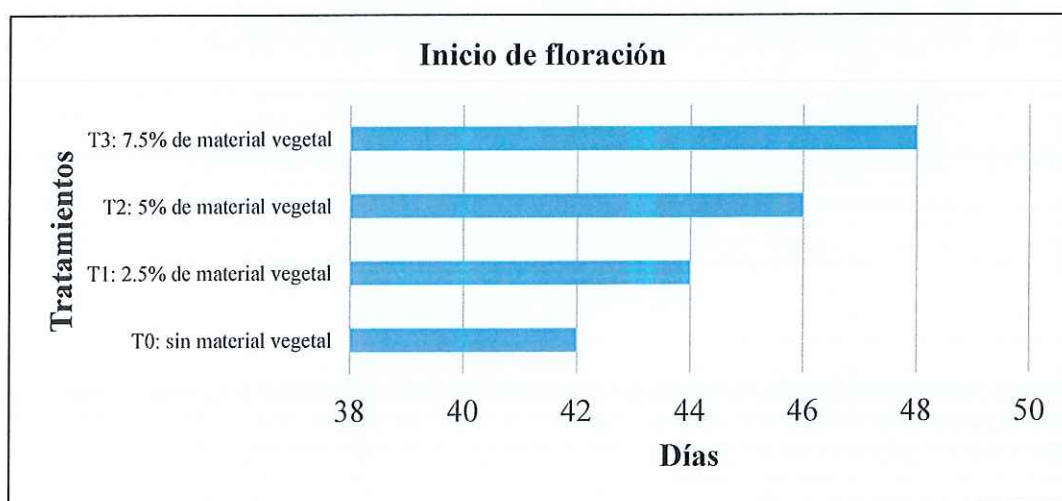
Este enfoque no solo presenta ventajas agronómicas, sino también implica una manera eficaz de reciclar y reutilizar residuos orgánicos, contribuyendo así a prácticas agrícolas más sostenibles y al manejo responsable de desechos; sin embargo, los resultados de este estudio, distan mucho de esta afirmación.

4.4.3. Inicio de floración (días)

Respecto a la variable de inicio de floración, se evidencia que en el tratamiento sin material vegetal (T0) el inicio de la floración se dio en la menor cantidad de días (42 días) superior a los tratamientos T1, T2 y T3, los cuales indican que la floración empezó a los 44, 46 y 48 días respectivamente (Figura 8), esto puede deberse a que, específicamente en el tratamiento T3, el resultado de análisis del suelo, el pH fue de 7.4 (Tabla 8), retrasando así el rendimiento del cultivo.

Figura 8.

Días del inicio de la floración en plantas de tomate



Elaborado por: El autor

Ramírez *et al.* (71) establecieron 32 días después del trasplante, para el inicio de la floración en plantas de tomate, donde se observó una tasa superior al 50 % en las plantas utilizadas en el experimento. En comparación con los resultados obtenidos por Alemán *et al* (74), quienes registraron floraciones a los 45 ddt, se sugiere una mayor precocidad en los hallazgos actuales. Esta premura podría impulsar procesos de producción más ágiles, a pesar de las diferencias en las variedades de plantas empleadas en ambos estudios.

Luna *et al.* (75) respaldan el impacto significativo de los abonos orgánicos en el desarrollo de las plantas. También observaron un aumento en la floración y mejoras en indicadores físicos de los frutos, como un mayor peso fresco, posiblemente vinculado a una mayor acumulación de materia seca y agua. El beneficio identificado podría atribuirse a una serie de procesos fisiológicos y bioquímicos interconectados, activados por la aplicación de abonos orgánicos.

Esto evidencia que conocer los días de inicio de floración en un cultivo es de crucial importancia en la planificación agrícola. Este dato proporciona información valiosa sobre el desarrollo y la sincronización de la fase reproductiva de las plantas, lo cual es fundamental para la programación de actividades como la polinización y la aplicación de tratamientos específicos. Además, el momento de inicio de floración puede influir en la duración del ciclo de cultivo y, por ende, en la fecha de cosecha. Esto permite a los agricultores optimizar la gestión de recursos y anticiparse a posibles desafíos, contribuyendo así a una producción más eficiente y a la obtención de cosechas de mayor calidad y rendimiento.

4.4.4. Número de flores y frutos cuajados

De acuerdo con el Anova, existió diferencia estadística significativa (p valor <0.05) para las variables Número de flores y número de frutos cuajados (Tabla 18). Para la variable número de flores, en el tratamiento T0, sin aplicación de material vegetal se registró el promedio con 4.58 flores; mientras que en el tratamiento T3, con 7.5 % de material vegetal, se observó el menor número de flores, con un valor promedio de 2.44. De igual forma, en la variable de frutos cuajados, se evidencia que el tratamiento T0 obtuvo el valor más alto con un promedio de 2.8 frutos cuajados, mientras que el T3 registró un promedio de 1.44 frutos, siendo el más bajo. Estos resultados evidencian que a mayor porcentaje de material vegetal, incide en variables productivas como el número de flores y frutos cuajados.

Tabla 18.

Valores promedios y coeficiente de variación de número de flores y número de frutos cuajados

Tratamiento	Número de flores	Número de frutos
T0: sin material vegetal	4.58a	2.8a
T1: 2.5% de material vegetal	2.92bc	2.34bc
T2: 5% de material vegetal	3.10b	2.62b
T3: 7.5% de material vegetal	2.24c	1.44c
CV%	13.69	22.08

Elaborado por: El autor

Respecto al número de flores, Cayuba *et al.* (69) reportó promedios de 5.6 a 8.8 flores por planta, siendo superior a los obtenidos en este estudio. Si bien la aplicación de abono con cáscaras de banano puede tener un impacto positivo en el número de flores en las plantas de tomate. Esto se debe a que las cáscaras de banano proporcionan nutrientes esenciales y elementos traza que favorecen el desarrollo saludable de las plantas. Además, al mejorar la estructura y la capacidad de retención de agua del suelo, se crea un ambiente propicio para el crecimiento y la floración. Esto se traduce en un mayor número de flores, lo que a su vez puede resultar en una mayor producción de frutos; sin embargo, debido al pH del suelo analizado (T3), incide negativamente en el desarrollo productivo del cultivo.

En cuanto al número de frutos, los resultados son comparables a los de Luna *et al.* (75) quien reportó que el tratamiento que consiste en una combinación al 50 % de vermicompost y 50 % de Jacinto de agua demostró resultados significativamente superiores en el número de frutos en las primeras, segundas y cuartas cosechas, registrando 2.52, 3.51 y 3.68 frutos respectivamente. En la tercera cosecha, el tratamiento que utilizó únicamente vermicompost obtuvo el valor más alto con 4.08 frutos.

La combinación de abono orgánico y cáscaras de banana en el cultivo de tomates es crucial para aumentar la productividad de la cosecha. Estos métodos nutricionales y de sustrato proporcionan a las plantas nutrientes equilibrados y enriquecidos, lo que resulta en un crecimiento robusto y una floración vigorosa. El abono orgánico, al provenir de fuentes naturales, mejora la calidad del suelo y promueve la actividad de microorganismos, es decir, la inclusión de cáscaras de banana en la mezcla de suelo, mejora la retención de humedad y contribuye al desarrollo óptimo de los tomates.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se identificaron metabolitos primarios (Proteínas, Carbohidratos y Lípidos) y secundarios (Saponinas, Flavonoides, Glicósidos cardiotónicos, Glicósidos cianogénicos, Polifenoles, Taninos, Antraquinonas, Alcaloides, Esteroles insaturados, Triterpenos Pentacíclicos, Cumarinas, Metilencetonas y Fenilpropanoides) en extractos de cáscaras de banano a través de análisis químicos iniciales.
- Los resultados indican que la presencia de material vegetal en el sustrato tuvo un efecto significativo en la altura de las plantas de tomate a lo largo del experimento. Se observó una disminución en la altura a medida que se incrementaba la proporción de material vegetal. En cuanto al diámetro del tallo, no se encontraron diferencias significativas en los primeros 30 días, pero a los 45 días se evidenció que los tratamientos con mayor cantidad de material vegetal influyeron de manera significativa en esta variable. Estos hallazgos destacan la importancia de considerar la composición del sustrato en el cultivo de tomates y su impacto en el crecimiento de las plantas.
- La presencia de material vegetal en el sustrato afectó el momento de inicio de la floración en las plantas de tomate. El tratamiento sin material vegetal (T0) mostró una floración más temprana a los 42 días, mientras que los tratamientos con material vegetal (T1, T2 y T3) presentaron floraciones más tardías a los 44, 46 y 48 días respectivamente. El tratamiento T3, con un pH del suelo de 7.4, posiblemente retrasó la floración.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere realizar análisis más detallados y específicos de los metabolitos identificados para una comprensión más completa de sus propiedades y potenciales aplicaciones industriales o agrícolas.
- Para mitigar el retraso en la floración causado por la presencia de material vegetal, se aconseja considerar ajustes en el pH del suelo o explorar otras prácticas de manejo que favorezcan el inicio temprano de la floración. Además, se podría evaluar la interacción entre el pH del suelo y la cantidad de material vegetal para entender mejor su influencia en el ciclo de vida de las plantas de tomate.
- En futuras investigaciones, se recomienda ensayar concentraciones más bajas de material vegetal en el suelo, y técnicas de fermentación o preparación de abonos para que las plantas puedan aprovechar de manera eficiente los nutrientes aportados por las cáscaras de banano en el suelo.

CAPÍTULO V

BIBLIOGRAFÍA

6.1.Literatura citada

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT: Datos sobre alimentación y agricultura [Internet]. FAO; 2023. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QI>
2. Guanoluisa Yupa RH. Evaluación fenológica y rendimiento de dos sistemas de producción bajo invernadero, en suelo acolchado e hidropónico, para 2 cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill) [Internet] [bachelorThesis]. Quito, 2014.; 2014 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8469>
3. Coyago Cruz E del R. Estudio sobre el contenido en carotenoides y compuestos fenólicos de tomates y flores en el contexto de la alimentación funcional. 28 de septiembre de 2017 [citado 27 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/77389>
4. Ahanger MA, Qi M, Huang Z, Xu X, Begum N, Qin C, et al. Improving growth and photosynthetic performance of drought stressed tomato by application of nano-organic fertilizer involves up-regulation of nitrogen, antioxidant and osmolyte metabolism. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. 15 de junio de 2021 [citado 27 de octubre de 2023];216:112195. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651321003067>
5. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO-FAOSTAT. Cultivos y productos de ganadería (Tomates frescos-Ecuador) [Internet]. 2023. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
6. Cacoango Pilco MA. Estudio de la adaptación y rendimiento de 10 variedades de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L) bajo invernadero, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. [Internet]. [Riobamba, Ecuador]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2018. Disponible en: <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10347>
7. Bojacá CR, Villagrán EA, Gil R, Franco H. El riego y la fertilización del cultivo del tomate [Internet]. Universidad Jorge Tadeo Lozano; 2017. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4DCjDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=El+riego+y+la+fertilizaci%C3%B3n+del+cultivo+del+tomate+:+Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+de+campo&ots=loIzECaDeo&sig=yJ8rgXTe-CB9CBsCfWiHdJukHo#v=onepage&q=El%20riego%20y%20la%20fertilizaci%C3%B3n>

%20del%20cultivo%20del%20tomate%20%3A%20Gu%C3%ADa%20t%C3%A9cnica%20de%20campo&f=false

8. Jaramillo Norña J, Rodríguez V, Guzmán A, Zapata M. Manual técnico buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. 2007. Report No.: 9253005831.
9. Suniaga J, Rodríguez A, Rázuri R. LR, Romero C. E, Montilla E. Fertilización, mediante fertirriego, durante diferentes etapas del ciclo de cultivo del pepino (*cucumis sativus* L.) En condiciones de bosque seco premontano. Fertilization through fertirrigation during different stages of cucumber growing (*cucumis sativus* L) In dry premontane forest [Internet]. 10 de septiembre de 2009 [citado 27 de octubre de 2023]; Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/29379>
10. González GA, Tellez LIT, Merino FCG. Nutrición de cultivos. Colegio de Posgraduados; 2016. 443 p.
11. Toalombo Yumbopatin MC. Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo Biol al cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth) [Internet] [bachelorThesis]. 2014 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/6490>
12. Guzmán M, López Gálvez J. Ferti-riego: Tecnologías y Programación en Agroplasticultura. 2004; Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/143457447.pdf>
13. Sacoto AYL, Haro CAP, Castro EVC, Muñoz HRG, Aguilera RAV. Aplicación del fertirriego en el rendimiento del cultivo de tomate, en zona Balzar-Guayas. Univ Soc [Internet]. 15 de septiembre de 2023 [citado 27 de octubre de 2023];15(5):49-56. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4050>
14. Haro Velasteguí A, Borja Arévalo A, Triviño Bloisse S. Analysis on the use of banana waste, as raw material for the production of biodegradable plastic materials. Dominio Las Cienc [Internet]. 2017;3:506-25. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6325873.pdf>
15. García V, Elizabeth Y. Obtención de productos con valor agregado a partir de banano de rechazo en el contexto ecuatoriano. 2018 [citado 27 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/2807>

16. Hidalgo Dávila JL. La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: el sector florícola ecuatoriano [Internet] [masterThesis]. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador; 2017 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6095>
17. Vásquez Reina MA. Efecto de los abonos orgánicos sobre la producción del híbrido de pimiento (*Capsicum annuum*) Neymar bajo invernadero. 2021 [citado 27 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6485>
18. Calderón Álvarez BV. “Efecto de Quitomax sobre el crecimiento y producción del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)”. 2021 [citado 27 de octubre de 2023]; Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6146>
19. Agüero DR. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultiv Trop*. 2014;35(4).
20. Infoagro. Importancia de los abonos orgánicos [Internet]. Revista InfoAgro México. 2017 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/importancia-de-los-abonos-organicos/>
21. AEFA / Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. Abono orgánico [Internet]. AEFA / Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. 2023. Disponible en: <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/abono-organico>
22. Márquez-Dávila KJ, Jara LV, Benaute LMA. Glosario de Términos Agronómicos [Internet]. Primera. Huánuco, Perú; 2021. Disponible en: <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/03/Libro-GLOSARIO-DE-TERMINOS-AGRONOMICOS.pdf>
23. AEFA / Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. Fertilización [Internet]. AEFA / Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. 2023. Disponible en: <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/fertilizante>
24. Fonseca L. Manual Tomate [Internet]. Cámara de Comercio de Bogotá Vicepresidencia de Fortalecimiento Empresarial Programa de Apoyo Agrícola y Agroindustrial; 2015 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11520/14307>

25. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. Madrid, España: Pirámide Ed.; 2019.
26. González-Fuentes JA, Lozano-Cavazos CJ, Preciado-Rangel P, Troyo-Diéguez E, Rojas-Duarte A, Rodríguez-Ortiz JC, et al. Fertilización orgánica contra convencional en el rendimiento, atributos morfológicos y calidad de fruto de tomate uva en un sistema de subirrigación no recirculante. Terra Latinoam [Internet]. diciembre de 2021 [citado 27 de octubre de 2023];39. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-57792021000100127&lng=es&nrm=iso&tlng=es
27. Garcés Santana NA. Efecto de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita*, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) [Internet] [bachelorThesis]. BABAHOYO: UTB, 2022; 2022 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13094>
28. Tanquino Peralta WA. Producción orgánica de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazonica (CIPCA) en la Provincia de Napo- Ecuador. [Internet] [bachelorThesis]. Universidad Estatal Amazónica; 2016 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/335>
29. Larin M, Díaz L, Serrano R. Guía Técnica del Cultivo de Tomate (*Lycopersicum esculentum*) [Internet]. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal «Enrique Álvarez Córdova»; 2018. Disponible en: http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa_Tomate%202019.pdf
30. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Boletín situacional: Cultivo de tomate riñón [Internet]. Quito, Ecuador; 2022. Disponible en: http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2021/boletin_situacional_tomate_rinon_2021.pdf
31. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional Agropecuario [Internet]. 2010. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>
32. Pilco G, Borja D, Goetschel L, Andrade P, Irazabal J, Vargas-Jentzsch P, et al. Bromatological characterization and evaluation of the antimicrobial activity of Ecuadorian banana peel (*Musa paradisiaca*). Enfoque UTE [Internet]. 2018 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2018-08>

- 2023];9(2):48-58. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/5722/572262061005/html/>
33. Cobeña Vera CE, López Santana LR. Efecto de varios sustratos sobre la proliferación de plántulas de plátano propagado en cámara térmica [Internet] [bachelorThesis]. Calceta: ESPAM MFL; 2018 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/875>
34. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. La Economía Mundial Del Banano 1985-2002 (Estudios Fao: Productos Basicos). Food & Agriculture Org.; 2004. 108 p.
35. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-2020 [Internet]. Quito, Ecuador; 2021 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-2020/>
36. Raza Jimbo KL. Efecto de la incorporación de harina (pulpa-cáscara y cáscara) de banano (*Musa cavendish*) de rechazo en las propiedades tecno-funcionales y nutricionales de un embutido tipo chorizo [Internet] [bachelorThesis]. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos.; 2019 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/29414>
37. Oña Cundulle TF. Evaluación del aprovechamiento del rechazo de banano (*Musa paradisiaca*) para la obtención de una bebida alcohólica tipo vodka [Internet]. Quevedo: UTEQ; 2020 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5254>
38. Chévez Véliz HH. Caracterización físico química del banano maqueño red dacca (*Mussa acuminata*) [Internet]. Quevedo: UTEQ; 2020 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5244>
39. Hernández Mestanza LM, Majano Abrego GE, Mira Martínez EA. Elaboración de un material biosorbente a partir de la cáscara de plátano (*Musa sp.*) para ser utilizado en la remoción de cromo VI proveniente de las aguas residuales de la industria de curtiembre [Internet] [other]. Universidad de El Salvador; 2019 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20508/>

40. Blasco G, Gómez F. Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*). Rev Médica Univ Veracruzana [Internet]. 15 de agosto de 2015 [citado 27 de octubre de 2023];14(2):22-6. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=61315>
41. García Barrera AV. Elaboración de una biorresina intercambiadora de cationes a partir de cáscara de plátano o guineo para eliminar metales pesados en agua contaminada. En: Elaboración de una biorresina intercambiadora de cationes a partir de cáscara de plátano o guineo para eliminar metales pesados en agua contaminada [Internet]. 2016 [citado 27 de octubre de 2023]. p. 52-52. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10972/2847>
42. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo. Food & Agriculture Org.; 2002. 348 p.
43. Orozco Zambrano FE. Evaluación de diferentes programas de fertilización del cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) en la zona de Puebloviejo, Provincia de Los Ríos [Internet] [bachelorThesis]. Babahoyo: UTB, 2015; 2015 [citado 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/1005>
44. Medina LA, Monsalve ÓI, Forero AF. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. Rev Colomb Cienc Hortícolas [Internet]. 2010 [citado 27 de octubre de 2023];4(1):109-25. Disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/1230
45. Libreros SS. La caña de azúcar fuente de energía: Compostaje de residuos industriales en Colombia. Técnicaña. 2012;28:13-4.
46. Guaigua Maldonado W, Fiallos Ortega L, Jiménez A. J, Trujillo V. Evaluación del Efecto de la Aplicación del Abono Líquido Follar Orgánico de Estiercol de Bovino, Enriquecido con Microelementos en la Producción de Forraje y Semilla del Pasto Avena (*Arrhenatherum elatius*). Riobamba: Facultad de Ciencias Pecuarias; 2007. 52 p.
47. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO: El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas [Internet]. 2013. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3361s/i3361s.pdf>
48. Spanner J, Napolitano G. Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables. Extraído [Httpwww Fao Org3a-I4405s Pdf](http://www.fao.org/3/i4405s/i4405s.pdf) [Internet]. 2015; Disponible en: <https://www.fao.org/3/i4405s/i4405s.pdf>

49. Boudet Antomarchi A, Boicet Fabré T, Durán Ricardo S, Meriño Hernández Y. Efecto sobre el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas. Cent Agríc [Internet]. diciembre de 2017 [citado 27 de octubre de 2023];44(4):37-42. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852017000400006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
50. Aguirre Oliva MT, Goyes Pazos FR. Implementación de abonos orgánicos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero en la finca La Esperanza, vereda el Carmelo, municipio de Mallama, Departamento de Nariño. 2017;
51. Chiquito-Contreras RG, Reyes-Pérez JJ, Troyo-Diéguez E, Rueda-Puente EO, Torres-Rodríguez JA, Murillo-Amador B, et al. Crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tratadas con humato de vermicompost. Rev Mex Cienc Agríc [Internet]. mayo de 2018 [citado 27 de octubre de 2023];9(SPE20):4187-97. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342018000804187&lng=es&nrm=iso&tlng=es
52. Villegas-Espinoza JA, Reyes-Pérez JJ, Nieto-Garibay A, Ruiz-Espinoza FH, Cruz-Falcón A, Murillo-Amador B. Biostimulant Liplant®: its effect on *Solanum lycopersicum* (L.) grown on slightly saline soils. Rev Mex Cienc Agríc [Internet]. mayo de 2018 [citado 27 de octubre de 2023];9(spe20):4137-47. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342018000804137&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
53. INIAP. Información agrometeorológica de la Finca Experimental ‘La María’ [Internet]. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento Agrometeorológico; 2018. Disponible en: <http://www.risti.xyz/issues/ristie44.pdf>
54. Ruíz-Aguilar MY, Montes-Molina JA, Castañon-González JH, Gutiérrez-Miceli FA, Hernández-Guzmán M, López-López H, et al. Uso de la harina del pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.) en la fertilización orgánica del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Rev Int Contam Ambient. 2023;39:159-69.

55. Suarez Camacho ND. Desarrollo de un prototipo funcional para el monitoreo y control de variables (humedad del suelo, pH del agua, temperatura del ambiente y luminosidad), asociadas al fertirriego del cultivo de tomate Cherry (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme), de su etapa vegetativa, en Cota, Cundinamarca. 2023 [citado 11 de septiembre de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/10885>
56. Delgado J, Valdez J, Flores FAI. Influencia de la dilución y concentración de los electrolitos en la medición del pH en suelos ácidos. Rev Científica Pakamuros [Internet]. 28 de diciembre de 2019 [citado 11 de septiembre de 2023];7(2):13-21. Disponible en: <http://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/89>
57. Escobar Ramírez E. Necesidades nutricionales del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en sus diferentes etapas fenológicas. 2022 [citado 11 de septiembre de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/26686>
58. Betancourt P, Pierre F. Extracción de macronutrientes por el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill. Var. Alba) en casas de cultivo en Quíbor, Estado Lara. Bioagro [Internet]. diciembre de 2013 [citado 11 de septiembre de 2023];25(3):181-8. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1316-33612013000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
59. Terry Alfonso E, Falcón Rodríguez A, Ruiz Padrón J, Carrillo Sosa Y, Morales Morales H. Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. Cultiv Trop [Internet]. marzo de 2017 [citado 11 de septiembre de 2023];38(1):147-54. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362017000100019&lng=es&nrm=iso&tlng=pt
60. Guzmán A, Corradini F, Martínez JP, Torres A. Manual de cultivo del tomate al aire libre. 2017;
61. Reyes-Pérez JJ, Enríquez-Acosta EA, Ramírez-Arrebato MÁ, Rodríguez-Pedroso AT, Rivero-Herrada M, Reyes-Pérez JJ, et al. Respuesta de plántulas de cultivares de tomate a la aplicación de quitosano. Cent Agríc [Internet]. diciembre de 2019 [citado 11 de septiembre de 2023];46(4):21-9. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852019000400021&lng=es&nrm=iso&tlng=es

62. Cooper L. Los micronutrientes son la clave para mejorar la producción. HUMAGRO Recuperado [Httpshumagro Comwpcontentuploads201707Los-Micronutr-Son--Clave-Para-Mejor-Laproducci](http://shumagro.com/wp-content/uploads/2017/07/Los-Micronutr-Son--Clave-Para-Mejor-Laproducci%C3%B3n-White-Pap-HG-SP.Pdf) C3 B3n-White-Pap-HG-SP Pdf. 2017;
63. González LSG, Ortega FI, Morales SG, Palacios A, Lucero BAR. Análisis del Suelo y su Importancia en el Cultivo del Nogal Pecanero en el Distrito de Riego 05 Delicias. Rev Biológico Agropecu Tuxpan [Internet]. 30 de junio de 2022 [citado 27 de octubre de 2023];10(1):08-16. Disponible en: <https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/395>
64. Marín M. El análisis del suelo para diagnosticar su fertilidad. Suelos Fertil Cultiv. 1983;467-510.
65. Reddy GV, Ravindra Babu P, Komaraiah P, Roy KRRM, Kothari IL. Utilization of banana waste for the production of lignolytic and cellulolytic enzymes by solid substrate fermentation using two *Pleurotus* species (*P. ostreatus* and *P. sajor-caju*). Process Biochem [Internet]. 30 de mayo de 2003 [citado 30 de octubre de 2023];38(10):1457-62. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032959203000256>
66. Osma JF, Toca Herrera JL, Rodríguez Couto S. Banana skin: A novel waste for laccase production by *Trametes pubescens* under solid-state conditions. Application to synthetic dye decolouration. Dyes Pigments [Internet]. 1 de enero de 2007 [citado 30 de octubre de 2023];75(1):32-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143720806001720>
67. Manjarrés K, Castro A, Rodríguez Sandoval E. Produção de lacasa utilizando *Pleurotus ostreatus* sobre cascas de plátano e bagazo de cana. Rev Lasallista Investig [Internet]. julio de 2010 [citado 30 de octubre de 2023];7(2):9-15. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794-44492010000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=es
68. Osuna M, Pérez C. Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México. Universidad Nacional Autónoma de México; 2003. 320 p.
69. Cayuba CD, Cayuba H, Rojas JJV. Crecimiento y desarrollo agronómico del tomate (*Solanum lycopersicum*), con dos tipos de abono orgánico en el municipio de Palos Blancos: Carlos Daniel Cayuba, Henry Cayuba, Juan José Vicente Rojas. Rev Estud AGRO-VET

[Internet]. 1 de julio de 2021 [citado 27 de octubre de 2023];5(1):19-23. Disponible en: <https://agrovet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/47>

70. Barraza FV, Fischer G. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia. Agron Colomb [Internet]. 2004;22(1). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180317823011.pdf>

71. Ramírez-Iglesias E, Riofrío-Vega RM, Augusto C, Gonzáles-Quirola PGOS. Efecto de diferentes bioabonos en el crecimiento de plantas de tomate de riñón var. Alambra (*Solanum lycopersicum* Mill.). Agron Trop. 2021;71:e5091803.

72. Velasco M, Castro R, Castillo A, Avitia E, Sahagún J. Composición mineral, biomasa y rendimiento en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertado. Rev Interciencia. 2016;41(10):703-8.

73. Bracho J, Pierre F, Quiroz A. Caracterización de componentes de sustratos locales para la producción de plántulas de hortalizas en el estado Lara, Venezuela. Bioagro [Internet]. agosto de 2009 [citado 27 de octubre de 2023];21(2):117-24. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1316-33612009000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

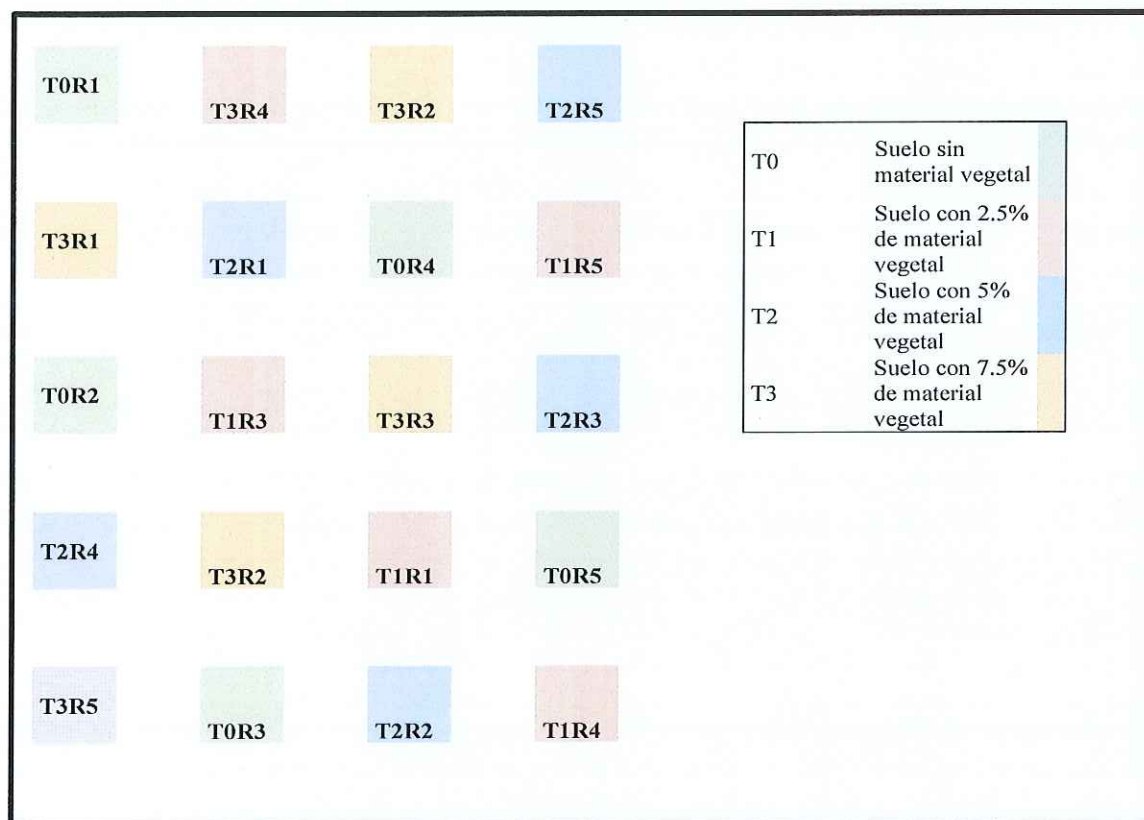
74. Alemán Pérez RD, Domínguez Brito J, Rodríguez Guerra Y, Soria Re S. Indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en Invernadero con manejo agroecológico en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana. Cent Agríc [Internet]. marzo de 2016 [citado 27 de octubre de 2023];43(1):71-6. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852016000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es

75. Luna R, Reyes J, Espinosa K, Luna M, Luna F. Efecto de diferentes abonos orgánicos en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*, L). Biotecnia [Internet]. 29 de diciembre de 2016 [citado 27 de octubre de 2023];18(3):33-6. Disponible en: <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/333>

ANEXOS

7.1. Anexo 1. Croquis experimental

Ilustración 1. Croquis de campo



7.2. Anexo 2. Andeva de variables evaluadas

Tabla 1. Andeva de la variable altura de la planta (15 días)

FV	gl	SC	CM	F	p valor
Modelo	3	48.01	16.00	10.3	0.0005
Tratamiento	3	48.01	16.00	10.3	0.0005
Error	16	24.86	1.55		
Total	19	72.87			

Tabla 2. Andeva de la variable diámetro del tallo (15 días)

FV	gl	SC	CM	F	p valor
Modelo	3	0.01	0.0021	1.6900	0.2089
Tratamiento	3	0.01	0.0021	1.6900	0.2089
Error	16	0.02	0.0013		
Total	19	0.03			

Tabla 3. Andeva de la variable altura de la planta (30 días)

FV	gl	SC	CM	F	p valor
Modelo	3	454.22	151.41	14.14	0.0001
Tratamiento	3	454.22	151.41	14.14	0.0001
Error	16	171.27	10.70		
Total	19	625.49			

Tabla 4. Andeva de la variable diámetro del tallo (30 días)

FV	gl	SC	CM	F	p valor
Modelo	3	0.0041	0.0014	1.90	0.1699
Tratamiento	3	0.0041	0.0014	1.90	0.1699
Error	16	0.01	0.00072		
Total	19	0.01			

Tabla 5. Andeva de la variable altura de la planta (45 días)

FV	gl	SC	CM	F	p valor
Modelo	3	536.81	178.94	13.67	0.0001
Tratamiento	3	536.81	178.94	13.67	0.0001
Error	16	209.43	13.09		
Total	19	746.24			

Tabla 6. Andeva de la variable diámetro del tallo (45 días)

FV	gl	SC	CM	F	p valor
Modelo	3	0.03	0.01	7.25	0.0027
Tratamiento	3	0.03	0.01	7.25	0.0027
Error	16	0.02	0.0013		
Total	19	0.05			

Tabla 7. Andeva de la variable número de flores

FV	gl	SC	CM	F	p valor
Modelo	3	14.57	4.86	25.15	<0.0001
Tratamiento	3	14.57	4.86	25.15	<0.0001
Error	16	3.09	0.19		
Total	19	17.66			

Tabla 8. Andeva de la variable número de frutos cuajados

FV	gl	SC	CM	F	p valor
Modelo	3	14.22	4.74	14.96	0.0001
Tratamiento	3	14.22	4.74	14.96	0.0001
Error	16	5.07	0.32		
Total	19	19.29			

7.3. Anexo 3. Manejo del experimento

Fotografía 1. Pesado de cáscara de banano



Fotografía 2. Proceso de deshidratado



Fotografía 3. Preparación de la cáscara de banano



Fotografía 4. Maceración de las cáscaras



Fotografía 5. Filtrado de los extractos



Fotografía 6. Extracción en el rota-evaporador



Fotografía 7. Extractos para los análisis en IR



Fotografía 8. Identificación de tratamientos



Fotografía 9. Preparación del cultivo



Fotografía 10. Establecimiento del cultivo



Fotografía 11. Medición de altura de la planta



Fotografía 12. Medición de diámetro del tallo



7.4. Anexo 4. Reporte análisis de suelo tratamiento T0



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.ec@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre	:	PALMA VERA ANDY ALI	Nombre	:	UTEQ	Cultivo Actual	:	
Dirección	:	1206814632001	Provincia	:	Los Ríos	N° Reporte	:	11051
Ciudad	:	LOS RÍOS / QUEVEDO	Cantón	:	Mocache	Fecha de Muestreo	:	14/7/2023
Teléfono	:	QUEVEDO	Parroquia	:	La María	Fecha de Ingreso	:	19/7/2023
Fax	:		Ubicación	:	La María	Fecha de Salida	:	4/8/2023

N° Muest.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
110120	Andy Palma		6,5 LAc	26 M	22 A	1,03 A	8 M	1,3 M	12 M	3,8 M	4,6 A	205 A	2,9 B	0,86 M

INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH				Elementos: de N a B	pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LM = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	N,P,B	= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeM = Media Alcalino		M = Medio	S	= Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monodésico
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	M = Alcalino		A = Alto	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica	BS


RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS


RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre	:	PALMA VERA ANDY ALI	Nombre	:	UTEQ	Cultivo Actual	:	
Dirección	:	1206814632001	Provincia	:	Los Rios	N° de Reporte	:	11051
Ciudad	:	LOS RÍOS / QUEVEDO	Cantón	:	Mocache	Fecha de Muestreo	:	14/7/2023
Teléfono	:	QUEVEDO	Parroquia	:	La María	Fecha de Ingreso	:	19/7/2023
Fax	:		Ubicación	:	La María	Fecha de Salida	:	4/8/2023

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura(%)			Clase Textural
Laborat.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
110120					4,5 M	6,1	1,26	9,03	10,33			37	53	10	Franco-Limoso

INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B	= Bajo	NS	= No Salino	S	= Salino
M	= Medio	LS	= Lig Salino	MS	= Muy Salino
T	= Tóxico			B	= Bajo
				M	= Medio
				A	= Alto

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Winkley Blac
Al+H	= Titulación con NaOH

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

7.5. Anexo 5. Reporte análisis de suelo tratamiento T3

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.ctcp@iniap.gob.ec
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : PALMA VERA ANDY ALI Dirección : LOS RÍOS / QUEVEDO Ciudad : QUEVEDO Teléfono : 0969190058 Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : Los Ríos Cantón : Quinsaloma Parroquia : Ubicación :		PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Tomate N° Reporte : 11235 Fecha de Muestreo : 21/9/2023 Fecha de Ingreso : 27/9/2023 Fecha de Salida : 16/10/2023	
--	--	---	--	---	--

N° Muest.	Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml				ppm					
		Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
111059	Andy Palma			7,4 P _N	29 M	59 A	7,35 A	9 A	2,2 A	16 A	8,6 A	12,2 A	250 A	13,7 A	0,23 B	

INTERPRETACION				ELEMENTOS: de N a B		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH								
MAY = Muy Acido	L.A. = Liger. Acido	L.A. = Liger. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo		pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Obsc. Modificado
NI = Acido	PN = Pres. Neutro	MA = Media Alcalino		NI = Medio		N,P,R	= Colorimetria	S,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
ME = Media Acido	N = Neutro	AL = Alcalino		A = Alto		S	= Turbidimetria	Titrato de Calcio Monobásico
						K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atomica	BS

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.ctcp@iniap.gob.ec
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : PALMA VERA ANDY ALI Dirección : LOS RÍOS / QUEVEDO Ciudad : QUEVEDO Teléfono : 0969190058 Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : Los Ríos Cantón : Quinsaloma Parroquia : Ubicación :		PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Tomate N° de Reporte : 11215 Fecha de Muestreo : 21/9/2023 Fecha de Ingreso : 27/9/2023 Fecha de Salida : 16/10/2023	
--	--	---	--	--	--

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)%	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na									Arena	Limo	Arcilla	
111059					6,4 A	4,0	0,30	1,52	18,55			46	40	14	Franco

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.	M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
E = Exceso			A = Alto

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Walkley Black
Al+H = Titulación con NaOH

RESPONSABLE LABORATORIO