



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE SUSTRATOS ORGANICOS EN EL DESARROLLO DE  
MELÓN EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

**RAMON PACHECO OMAR LENIN  
INGENIERO AGRONOMO**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE SUSTRATOS ORGANICOS EN EL DESARROLLO  
DE MELÓN EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

**RAMON PACHECO OMAR LENIN  
INGENIERO AGRONOMO**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**EFFECTO DE SUSTRATOS ORGANICOS EN EL DESARROLLO  
DE MELÓN EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

**RAMON PACHECO OMAR LENIN  
INGENIERO AGRONOMO**

**BARREZUETA UNDA SALOMON ALEJANDRO**

**MACHALA  
2024**



# TESIS MELON

3%  
Textos sospechosos



4% Similitudes

0% similitudes entre comillas

1% entre las fuentes mencionadas (ignorado)

0% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: TESIS MELON.pdf  
ID del documento: 996f46b3f0cab19aa8e1cb09811433e53453289a  
Tamaño del documento original: 852,75 kB  
Autores: []

Depositante: SALOMON ALEJANDRO BARREZUETA UNDA  
Fecha de depósito: 13/2/2025  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 13/2/2025

Número de palabras: 7639  
Número de caracteres: 49.833

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>repositorio.unesum.edu.ec</b> <a href="https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1379/1/UNESUM-ECUA-ING.AGROPE-2018-2...">https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1379/1/UNESUM-ECUA-ING.AGROPE-2018-2...</a> 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (65 palabras)
2	<b>repositorio.uteq.edu.ec</b>   Familias élite de medios hermanos de melón criollo (var. c... <a href="https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/7209">https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/7209</a> 5 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (63 palabras)
3	<b>www.scielo.org.co</b>   Evaluación de diez genotipos de melón cultivados bajo invernada... <a href="http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S0122-87062021000300009">http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S0122-87062021000300009</a> 5 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (50 palabras)
4	<b>doi.org</b> <a href="https://doi.org/10.22458/rpys.v15i1.1821">https://doi.org/10.22458/rpys.v15i1.1821</a> 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (51 palabras)
5	<b>repositorio.ucsg.edu.ec</b>   Evaluación de dos programas nutricionales en el cultivo d... <a href="http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/16141/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-178.pdf">http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/16141/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-178.pdf</a> 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>Documento de otro usuario</b> #c578c8 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
2	<b>cia.uagraria.edu.ec</b> <a href="https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JIMENEZ VELEZ WILSON ESTEVAN.pdf">https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JIMENEZ VELEZ WILSON ESTEVAN.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
3	<b>revistas.unesum.edu.ec</b> <a href="https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/download/352/296/1151">https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/download/352/296/1151</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
4	<b>repositorio.upse.edu.ec</b>   Efecto de dos bioestimulantes en la producción de mudas... <a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7549/1/UPSE-TIA-2022-0013.pdf">https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7549/1/UPSE-TIA-2022-0013.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
5	<b>Documento de otro usuario</b> #3820b7 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)

## Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	<a href="https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.042">https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.042</a>
2	<a href="https://doi.org/10.2136/sssaj2017.01.0017">https://doi.org/10.2136/sssaj2017.01.0017</a>
3	<a href="https://psicologiyamente.com/nutricion/beneficios-propiedades-melon">https://psicologiyamente.com/nutricion/beneficios-propiedades-melon</a>
4	<a href="https://doi.org/10.1104/pp.113.219006">https://doi.org/10.1104/pp.113.219006</a>
5	<a href="https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf">https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf</a>

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, RAMON PACHECO OMAR LENIN, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EFECTO DE SUSTRATOS ORGANICOS EN EL DESARROLLO DE MELÓN EN CONDICIONES DE INVERNADERO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



---

RAMON PACHECO OMAR LENIN

0705397206

## **Dedicatoria**

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino.

A mi hijo, mi mayor inspiración, quien con su inocencia y amor me ha enseñado el verdadero significado de la vida. Cada esfuerzo, cada sacrificio y cada meta alcanzada llevan implícito el deseo de darle un futuro lleno de oportunidades y felicidad.

A mi esposa, mi compañera de batallas y de sueños, por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo inquebrantable. Su confianza en mí ha sido el pilar sobre el que he construido cada uno de mis logros. Gracias por sostenerme en los momentos difíciles y celebrar conmigo cada victoria.

A mis padres, quienes con su ejemplo me han mostrado que la disciplina, el esfuerzo y la humildad son el verdadero camino hacia el éxito. Gracias, padre, por enseñarme la importancia del trabajo y la responsabilidad. Gracias, madre, por tu amor infinito y por ser mi refugio en los días grises. Este logro es tan mío como suyo.

A mi hermana, quien ha sido más que una familia, una amiga, una confidente y un apoyo incondicional. Gracias por estar siempre presente, por cada palabra de aliento y cada gesto de amor.

A los docentes de la Universidad Técnica de Machala, de la Facultad de Agronomía, quienes han dedicado su tiempo y conocimiento para formar profesionales con valores y principios. Su enseñanza ha sido un faro que ha iluminado mi camino y me ha permitido crecer en el ámbito académico y personal.

A todos ustedes, les dedico con amor y gratitud este logro, pues sin su presencia, apoyo y confianza, este sueño no habría sido posible.

## **Agradecimientos**

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Machala, en especial a la Facultad de Agronomía, por haber sido el pilar de mi formación académica y profesional. Gracias a sus autoridades, por su compromiso con la educación de calidad, y a todo el personal administrativo y de apoyo, por su invaluable labor en el desarrollo de la comunidad universitaria.

Extiendo un reconocimiento especial a los docentes de la Facultad de Agronomía, quienes con su dedicación, conocimiento y vocación han guiado mi aprendizaje. A cada uno de ellos, mi gratitud por su paciencia, exigencia y motivación constante, que han sido fundamentales en mi crecimiento académico y personal.

Asimismo, agradezco a mi director de tesis Dr. Salomon Barrezueta Unda y al tribunal evaluador, por su orientación y valiosas observaciones, que enriquecieron este trabajo y fortalecieron mi formación como profesional. Su guía ha sido clave para el desarrollo de este estudio y su culminación exitosa.

Este logro no habría sido posible sin el apoyo incondicional de mi familia, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y fortaleza.

A mi hijo, quien con su amor puro y su presencia llena de luz ha sido el motor que me impulsa a superarme día a día. Cada esfuerzo ha tenido como propósito brindarle un futuro lleno de oportunidades y enseñarle con el ejemplo que la perseverancia y el trabajo duro hacen posible cualquier sueño.

A mi esposa, mi compañera de vida, por su paciencia, comprensión y apoyo inquebrantable en cada etapa de este camino. Gracias por ser mi refugio en los momentos difíciles, por brindarme palabras de aliento cuando más las necesitaba y por celebrar conmigo cada pequeño avance.

A mis padres, quienes con su esfuerzo y sacrificio me enseñaron el valor de la educación y la importancia de la constancia. Gracias, padre, por ser un ejemplo de disciplina y responsabilidad, por inculcarme la determinación para alcanzar mis metas. Gracias, madre, por tu amor incondicional, por tu fe en mí y por ser mi mayor inspiración para nunca rendirme.

A mi hermana, por su apoyo constante, por ser mi amiga y confidente en todo momento. Su compañía y aliento han sido un pilar en mi vida, ayudándome a mantenerme firme en este proceso.

A cada uno de ustedes, les dedico este logro con profundo amor y gratitud, pues sin su presencia y apoyo, este sueño no habría sido posible.

Finalmente, quiero agradecer a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este trabajo. A mis compañeros de carrera, por compartir experiencias, conocimientos y momentos inolvidables durante nuestra formación. A quienes, con sus consejos, palabras de ánimo y amistad, hicieron que este camino fuera más llevadero y enriquecedor.

Este logro no es solo mío, sino de todos aquellos que, con su apoyo y confianza, hicieron posible que hoy culmine esta etapa de mi vida.

# **EFFECTO DE SUSTRATOS ORGANICOS EN EL DESARROLLO DE MELÓN EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

**Autor:**

**OMAR LENIN RAMON PACHECO**

**Tutor:**

**SALOMON BARREZUETA UNDA, PhD.**

## **Resumen**

En la investigación se evaluaron diferentes sustratos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del melón (*Cucumis melo* L.) en un entorno controlado. Se analizaron cinco tratamientos, incluyendo un testigo, midiendo variables clave como la altura de la planta, el número de hojas y el número de flores. Los resultados mostraron que los tratamientos conformados por tierra arcillosa, aserrín de balsa, hojas secas de cacao y guabo, más biochar, mejoraron significativamente el crecimiento y desarrollo del melón en comparación con el testigo. En particular, el tratamiento T2 que estuvo conformado por dos litros de biochar, resultó ser el más efectivo en términos de altura de planta y número de flores. A los 45 días después del trasplante, T2 alcanzó una altura promedio de 246.7 cm y un número promedio de 63 flores, destacándose significativamente sobre el testigo (T5), que solo alcanzó una altura promedio de 136.5 cm y 23 flores. El tratamiento T4 (4 litros de biochar) mostró el mayor número de hojas, con un promedio de 28 hojas por planta a los 30 días después del trasplante, en comparación con el testigo que tuvo un promedio de 17 hojas. Además, los tratamientos T3 y T4 también demostraron ser efectivos, con alturas promedio de 245.8 cm y 240.9 cm respectivamente, y un número considerable de flores y hojas. En conclusión, el uso de sustratos orgánicos es una alternativa viable para optimizar el cultivo de melón en invernadero, promoviendo un crecimiento saludable y sostenible.

**Palabras claves:** *cucurbitáceas*, biochar, fisiología vegetal

# Effect of Organic Substrates on Melon Development Under Greenhouse Conditions

**Autor:**

**OMAR LENIN RAMON PACHECO**

**Tutor:**

**SALOMON BARREZUETA UNDA, PhD.**

## **Abstract**

The present study evaluated the effect of different organic substrates on the growth and development of melon (*Cucumis melo* L.) in a controlled environment. Five treatments were analysed, including a control, and key variables such as plant height, number of leaves and number of flowers were measured. The results showed that treatments consisting of clayey soil, balsa sawdust, dried cocoa and guabo leaves, plus biochar, significantly improved melon growth and development compared to the control. Treatment T2, involving the application of two litres of biochar, exhibited the most pronounced efficacy in enhancing plant height and floral abundance. At the 45-day stage after transplantation, T2 attained an average height of 246.7 cm and an average of 63 flowers, a substantial increase compared to the control (T5), which only reached an average height of 136.5 cm and 23 flowers. Treatment T4 (4 litres of biochar) demonstrated the highest number of leaves, with an average of 28 leaves per plant 30 days after transplanting, in comparison to the control, which had an average of 17 leaves. Furthermore, treatments T3 and T4 proved to be effective, with average heights of 245.8 cm and 240.9 cm, respectively, and a substantial number of flowers and leaves. In conclusion, the use of organic substrates is a viable alternative to optimise melon cultivation in greenhouses, promoting healthy and sustainable growth.

**Keywords:** *cucurbits*, biochar, plant physiology

## Contenido

Objetivo General.....	8
Características botánicas y fisiológicas del melón.....	9
Fisiología .....	11
Aspectos comerciales del melón ecuatoriano.....	12
Características y Tipos de Sustratos .....	12
Características un Sustrato Orgánico para plantas en invernadero.....	14
Ubicación y Condiciones del Estudio.....	16
Invernadero .....	16
Preparación del ensayo .....	17
Diseño Experimental.....	17
Variables Medidas .....	18
Análisis Estadístico.....	19

## INTRODUCCION

El melón (*Cucumis melo L.*) es una fruta de gran importancia en la alimentación humana debido a su alto contenido de agua, vitaminas y minerales esenciales (Corbin, 2023). Su consumo regular contribuye a la hidratación, mejora la digestión y proporciona antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades (Zanin, 2024). Pero la calidad del melón se atribuye a las condiciones edafoclimáticas particulares de suelos arcillo-limosos y clima cálido, siendo estos factores una limitación para cultivar en condiciones de campo abierto. Por esto, el cultivo de melón en condiciones de invernadero ha ganado relevancia en la agricultura moderna, debido a la necesidad de optimizar el uso del suelo y el espacio. Una ventaja de la producción de melón en invernadero es que se puede cultivar durante todo el año.

Sin embargo, uno de los principales desafíos que enfrentan los productores de melón es la selección de sustratos adecuados que no solo promuevan el crecimiento saludable de las plantas, sino que también minimicen el uso de pesticidas y el riesgo de plagas (Moreno-Reséndez et al., 2014). En este marco, los sustratos orgánicos han surgido como una alternativa prometedora, pero su efectividad y sostenibilidad aún requieren una evaluación exhaustiva (Morales Pérez, 2008). Pero, el uso intensivo de pesticidas en sustratos ha generado preocupaciones ambientales, ya que estos productos químicos pueden acumularse en el suelo y afectar la biodiversidad (Vargas-González et al., 2016). Además, los sustratos contaminados con plagas representan un riesgo significativo para el desarrollo del melón, ya que pueden reducir la calidad y el rendimiento del cultivo (Sánchez Hernández, 2011).

En Ecuador la producción de melón en las últimas décadas ha tenido un auge notable, ocupando el segundo lugar por superficie sembrada entre las cucurbitáceas. Siendo las provincias de Manabí, Santa Elena, Guayas y El Oro las zonas de condiciones óptimas para su desarrollo. Pero la salinidad de los suelos, las sequías o inundaciones en época invernal ocasiona pérdidas siendo el manejo en invernadero una alternativa eficaz. Por esto, la investigación sobre sustratos orgánicos se vuelve crucial para encontrar soluciones que permitan producir más en menos espacio y con un menor impacto ambiental (Cano-Ríos et al., 2015). Por lo tanto, optimizar su cultivo mediante el uso de sustratos orgánicos no solo tiene implicaciones económicas, sino también nutricionales y de salud pública.

## **Objetivo General**

Evaluar el efecto de diferentes sustratos orgánicos en el desarrollo vegetativo de melón (*Cucumis melo* L.) en condiciones de invernadero.

### *Objetivos Específicos*

1. Describir el efecto de los sustratos orgánicos en la etapa de crecimiento y floración de las plantas de melón
2. Comparar el desarrollo vegetativo de melón entre tratamientos

## CAPITULO 1. REVISION DE LA LITERATURA

### Características botánicas y fisiológicas del melón

#### *Taxonomía del Melón*

El melón (*Cucumis melo* L.) pertenece a la familia Cucurbitaceae, que incluye otras plantas importantes como el pepino, la calabaza y la sandía. Esta planta es originaria de África y Asia, y ha sido domesticada y cultivada durante más de 4 000 años (Moreno-Reséndez et al., 2014). Dentro del género *Cucumis*, el melón se clasifica en varias subespecies y variedades, la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino Plantae,  
División Magnoliophyta,  
Clase Magnoliopsida,  
Orden Cucurbitales,  
Familia Cucurbitaceae,  
Género Cucumis,  
Especie *Cucumis melo* (Rodríguez Ronquillo, 2022)

#### *Morfología del Melón*

El melón es una planta anual con tallos rastreros o trepadores que pueden alcanzar hasta 3 metros de longitud. Los tallos son herbáceos y están cubiertos de pelos finos. Las hojas son grandes, de forma palmada y con márgenes dentados, lo que les da un aspecto rugoso. Las flores del melón son solitarias y de color amarillo, pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Las flores masculinas suelen aparecer primero, seguidas de las femeninas y hermafroditas en las ramificaciones de los nudos (Espinosa Carrillo et al., 2024).



Figura 1.- Planta de melón (*Cucumis melo*)

## *Fisiología del Melón*

El ciclo de cultivo del melón se divide en tres fases principales: germinación, desarrollo vegetativo y fructificación. Durante la germinación, las semillas requieren temperaturas cálidas y humedad adecuada para brotar. En la fase de desarrollo vegetativo, la planta produce hojas, tallos y flores, y se establece un sistema radicular extenso que puede alcanzar hasta 1.2 metros de profundidad. La fase de fructificación es cuando se desarrollan los frutos, que son bayas pepónides con una pulpa jugosa y dulce (Rodríguez Ronquillo, 2022).

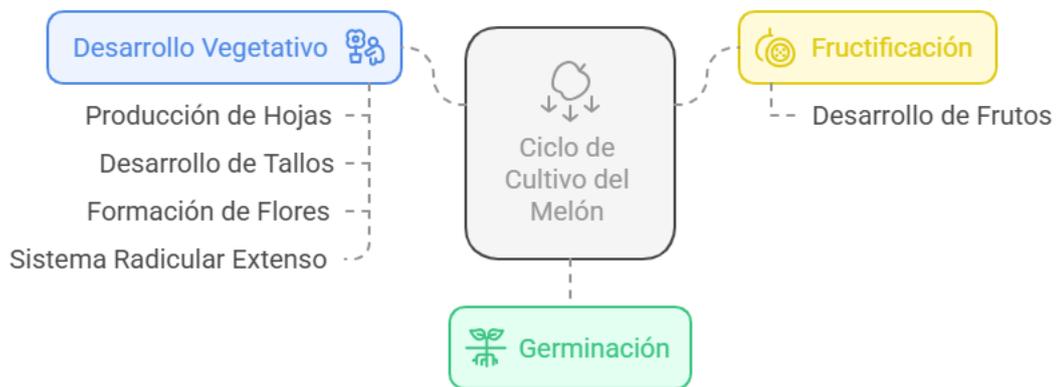


Figura 2.- Ciclo cultivo de melón

### *Características del Fruto*

El fruto del melón varía en forma y tamaño según la variedad, pudiendo ser esférico, elíptico o aovado. La corteza del melón puede ser lisa, reticulada o estriada, y su color varía desde verde hasta amarillo, anaranjado o blanco. La pulpa del melón es la parte comestible y puede ser de diferentes colores, como blanca, amarilla, anaranjada o verdosa. En el centro del fruto se encuentra una cavidad que contiene numerosas semillas fusiformes y planas (Espinosa Carrillo et al., 2024).

### *Importancia Fisiológica*

La fisiología del melón incluye procesos como la fotosíntesis, la respiración y la transpiración, que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de la planta. Durante la fotosíntesis, las hojas del melón convierten la luz solar en energía química, produciendo glucosa y oxígeno. La respiración es el proceso mediante el cual la planta utiliza la glucosa para obtener energía, liberando dióxido de carbono y agua. La transpiración ayuda a regular la temperatura de la planta y facilita la absorción de nutrientes del suelo (Rodríguez Ronquillo, 2022).

## **Fisiología**

La fisiología del melón (*Cucumis melo L.*) abarca varios procesos esenciales para su crecimiento y desarrollo. Durante la fotosíntesis, las hojas convierten la luz solar en energía química, produciendo glucosa y oxígeno, fundamentales para el crecimiento de la planta. La respiración es el proceso mediante el cual la planta utiliza la glucosa para obtener energía, liberando dióxido de carbono y agua. La transpiración, por su parte, ayuda a regular la temperatura de la planta y facilita la absorción de nutrientes del suelo.

El ciclo de cultivo del melón se divide en tres fases: germinación, desarrollo vegetativo y fructificación. Durante la germinación, las semillas requieren temperaturas cálidas y humedad adecuada. En la fase vegetativa, la planta desarrolla hojas, tallos y flores, estableciendo un sistema radicular extenso. Finalmente, en la fase de fructificación, se desarrollan los frutos, que son bayas pepónides con una pulpa jugosa y dulce (Rodríguez Ronquillo, 2022).

### *Fructificación*

El cultivo de melón requiere una cantidad significativa de nutrientes. Se estima que una hectárea de melón consume aproximadamente 114 kg de calcio (Ca), 97 kg de potasio (K), 83 kg de nitrógeno (N), 24 kg de magnesio (Mg) y 15 kg de fósforo (P). En particular, el calcio es un nutriente que el melón demanda en grandes cantidades, con una notable diferencia entre la cantidad necesaria para la parte vegetativa (90%) y la requerida por el fruto (10%). Dado que el calcio no se transloca dentro de la planta, los frutos necesitan recibir alrededor de 10 kg/ha de este elemento durante los últimos 20 días de su desarrollo. Para asegurar que el calcio llegue adecuadamente a los frutos, una estrategia efectiva es la aplicación foliar de calcio, especialmente en forma de quelatos (Monge-Pérez & Loría-Coto, 2020).

Uno de los principales desafíos en la fisiología del melón es la gestión de la actividad metabólica durante la postcosecha. Los frutos de melón tienen una vida útil corta debido a su alta actividad metabólica, lo que puede llevar a una pérdida prematura de calidad. Factores externos como la temperatura y la humedad, así como el manejo postcosecha, pueden influir significativamente en la calidad del fruto. Minimizar los daños mecánicos y optimizar las condiciones de almacenamiento son cruciales para mantener la frescura y calidad del melón (Espinosa Carrillo et al., 2024).

## **Aspectos comerciales del melón ecuatoriano**

El mercado del melón en Ecuador ha experimentado cambios significativos en los últimos años, impulsados por factores como la demanda internacional y las mejoras en las técnicas de cultivo. La producción de melón en Ecuador se concentra principalmente en las provincias de Guayas, Manabí y Los Ríos, debido a sus condiciones climáticas favorables y suelos de textura franco arcilloso (Jiménez Vélez, 2020). También, la adopción de técnicas agrícolas avanzadas, como la hidroponía en condiciones de invernadero ha permitido a los agricultores mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la producción (Jiménez Vélez, 2020).

El mercado internacional del melón ecuatoriano ha mostrado un crecimiento constante, con un aumento en las exportaciones hacia mercados como Estados Unidos y Europa (García & Pérez, 2021). Este crecimiento se debe en parte a la alta calidad del melón ecuatoriano y a los esfuerzos de los productores por cumplir con los estándares internacionales de calidad y seguridad alimentaria (García & Pérez, 2021). Además, la diversificación de los canales de comercialización y la implementación de prácticas sostenibles han contribuido a fortalecer la posición de Ecuador en el mercado global del melón (Martínez et al., 2022).

Un análisis del mercado interno revela que el consumo de melón en Ecuador ha aumentado ligeramente en los últimos años, aunque sigue siendo relativamente bajo en comparación con otros países productores (Rodríguez & Sánchez, 2023). Las campañas de promoción y educación sobre los beneficios nutricionales del melón han jugado un papel importante en este incremento (Rodríguez & Sánchez, 2023). Sin embargo, los desafíos relacionados con la logística y la distribución continúan afectando la disponibilidad y el precio del melón en el mercado local (López & Ramírez, 2024).

## **Características y Tipos de Sustratos**

Los sustratos son materiales utilizados en la agricultura y jardinería para proporcionar soporte y nutrientes a las plantas. Se clasifican principalmente en dos tipos: orgánicos e inorgánicos, cada uno con características específicas que los hacen adecuados para diferentes tipos de cultivos.

### *Sustratos Orgánicos*

Los sustratos orgánicos son aquellos que provienen de materiales naturales y descomposición de materia orgánica. Entre los más comunes se encuentran la turba, el compost, la fibra de coco y el humus de lombriz. Estos sustratos son conocidos por su capacidad para retener agua y nutrientes, mejorando la estructura del suelo y promoviendo un crecimiento saludable de las plantas (García & Pérez, 2021). Además, los sustratos orgánicos suelen ser ricos en microorganismos beneficiosos que ayudan a descomponer la materia orgánica y liberar nutrientes esenciales para las plantas (Jiménez Vélez, 2020).

### *Sustratos Inorgánicos*

Los sustratos inorgánicos, por otro lado, son materiales minerales que no se descomponen fácilmente. Ejemplos de estos sustratos incluyen la perlita, la vermiculita, la arena y la arcilla expandida. Estos sustratos son valorados por su capacidad para proporcionar un buen drenaje y aireación, lo que es crucial para evitar el encharcamiento y la asfixia de las raíces (López & Ramírez, 2024). Aunque no aportan nutrientes por sí mismos, los sustratos inorgánicos son excelentes para mezclarse con otros sustratos que sí lo hacen, creando un medio de cultivo equilibrado (Martínez et al., 2022).

### *Sustratos Naturales y Artificiales*

Dentro de los sustratos orgánicos e inorgánicos, también se pueden distinguir entre naturales y artificiales. Los sustratos naturales, como la turba y la arena, se obtienen directamente de la naturaleza y se utilizan con poca o ninguna modificación. Los sustratos artificiales, como la lana de roca y el poliestireno expandido, se fabrican mediante procesos industriales y se diseñan para tener propiedades específicas que beneficien el crecimiento de las plantas (Rodríguez & Sánchez, 2023).

### *Propiedades de los Sustratos*

Las propiedades de los sustratos varían según su composición y origen. Los sustratos orgánicos suelen tener una alta capacidad de retención de agua y nutrientes, lo que los hace ideales para plantas que requieren un suministro constante de humedad. Los sustratos inorgánicos, en cambio, ofrecen un excelente drenaje y aireación, lo que es esencial para plantas que son susceptibles al exceso de agua (Espinosa Carrillo et al., 2024). Además, algunos sustratos, como la vermiculita, tienen la capacidad de retener nutrientes y liberarlos lentamente, proporcionando un suministro constante a las plantas (Rodríguez Ronquillo, 2022).

### *Selección de Sustratos*

La elección del sustrato adecuado depende de varios factores, incluyendo el tipo de planta, las condiciones de cultivo y los objetivos del agricultor. Por ejemplo, para cultivos en invernadero, los sustratos que ofrecen un buen equilibrio entre retención de agua y drenaje son preferidos, mientras que, para cultivos hidropónicos, los sustratos inertes como la lana de roca son ideales (García & Pérez, 2021).

### **Características un Sustrato Orgánico para plantas en invernadero**

Un sustrato orgánico adecuado para el cultivo en invernadero debe cumplir con ciertas características que garanticen un óptimo desarrollo de las plantas, promoviendo un buen crecimiento radicular, una adecuada retención de humedad y una eficiente disponibilidad de nutrientes.

#### *Estructura y Textura*

- Debe ser ligero y aireado para facilitar el desarrollo radicular.
- Debe poseer una textura equilibrada que permita la retención de humedad sin provocar encharcamiento.
- Debe evitar la compactación con el tiempo para garantizar una adecuada oxigenación de las raíces.

#### *Capacidad de Retención de Agua y Drenaje*

- Debe retener suficiente humedad para proporcionar un suministro constante de agua a las plantas.
- Debe drenar el exceso de agua para evitar la proliferación de hongos y enfermedades radiculares.

#### *Composición y Nutrientes*

- Debe contener materia orgánica rica en nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.
- Debe ser equilibrado en macro y micronutrientes, asegurando una fertilización progresiva.
- Puede incluir compost, humus de lombriz, fibra de coco, turba, entre otros materiales orgánicos.

### *pH y Conductividad Eléctrica (CE)*

- Debe mantener un pH entre 5.5 y 7.0, dependiendo del tipo de cultivo.
- La conductividad eléctrica debe ser moderada para evitar problemas de salinidad que afecten la absorción de agua y nutrientes.

### *Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)*

- Un buen sustrato debe permitir la retención y liberación gradual de nutrientes para asegurar una alimentación constante de la planta.

### *Libre de Patógenos y Malezas*

- Debe estar libre de semillas de malezas, hongos, bacterias y nematodos que puedan afectar la sanidad del cultivo.
- Es recomendable que el sustrato esté previamente esterilizado o compostado adecuadamente.

## MATERIALES Y METODOS

### Ubicación y Condiciones del Estudio

El experimento se realizó en el invernadero de la Carrera de Agronomía, ubicado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. Las Coordenadas en UTM (Universal Transverse Mercator), del sitio fueron:

Coordenada, Este: 620746 E

Coordenada, Norte: 9636196 S

Altitud: 6 msnm

### Invernadero

El invernadero utilizado fue de estructura metálica con las siguiente: 5 metros de altura, 14 metros de longitud y 6 metros de ancho. La estructura estaba cubierta con una malla de color negra (zaran) y plástico transparente de alta resistencia en las paredes, lo que permitió un control eficiente de la luz y la temperatura.

El sistema de riego instalado fue por aspersión, el cual estaba compuesto por una red de tuberías de polietileno de alta densidad y aspersores de alta precisión. Este sistema aseguro una distribución uniforme del agua, optimizando el consumo y garantizando que todas las plantas reciban la cantidad adecuada de humedad. Además, el invernadero cuento con un sistema de ventilación en la parte superior, permitiendo la circulación de aire y el control de la humedad relativa dentro del invernadero.

La temperatura interna del invernadero se midió con un termómetro de mercurio, registrando la temperatura en la mañana (08:00) y tarde (13:00) todos lo días luego se promedió cada 5 días entre los dos registros.

### *Materiales y equipos de campo*

- Libro de campo
- Estacas
- Piola
- Flexómetro
- Herramientas de labranza
- Letreros
- Bomba de mochila

- Fundas para trasplante

### Preparación del ensayo

Para la pre-germinación de las semillas de melón, se prepararon cámaras húmedas con papel toalla desechables, donde fueron colocadas las semillas de melón. A los cuatro días de emergencia fueron trasplantadas las plántulas a fundas de plástico con dimensiones de 10 x 15 cm, con el sustrato preparado. A los 15 días se realizó el trasplante de las plántulas a las fundas definitivas de 35 x 30 cm para ser llevadas al invernadero (Figura 3).

La preparación del suelo dentro del invernadero se realizó manualmente, luego se niveló con una pala y después se instaló el sistema de riego. Durante el crecimiento a los 10 días después del trasplante en el invernadero se inició el control preventivo para los hongos. Se aplicó *Trichoderma asperellum* 100 g en 20 litros de agua y se roció en el suelo del invernadero y en las fundas con las plantas.



Figura 3. Trasplante plantas de melón

### Diseño Experimental

Para el estudio, se diseñó un experimento factorial completamente al azar (EFCA) compuesto por cuatro tratamientos y un testigo. Cada tratamiento y el testigo se conformaron con 10 unidades experimentales. El factor de estudio fue la dosis de sustratos. Se establecieron cinco tratamientos (Tabla 1), distribuidos de manera completamente aleatoria y replicados tres veces, generando un total de 15 unidades experimentales. Los tratamientos fueron los siguientes:

- **Tratamiento 1 (T1):** 6 litros de suelo arcilloso, 8 litros de biomasa de hojas de cacao y guabo, 5 litros de aserrín de balsa, 1 litro de biochar de tamo de arroz. Volumen total: 20 litros por cada unidad experimental.
- **Tratamiento 2 (T2):** 6 litros de suelo arcilloso, 8 litros de biomasa de hojas de cacao y guabo, 5 litros de aserrín de balsa, 2 litro de biochar de tamo de arroz. Volumen total: 21 litros por cada unidad experimental.
- **Tratamiento 3 (T3):** 6 litros de suelo arcilloso, 8 litros de biomasa de hojas de cacao y guabo, 5 litros de aserrín de balsa, 1 litro de biochar de tamo de arroz. Volumen total: 22 litros por cada unidad experimental.
- **Tratamiento 4 (T4):** 6 litros de suelo arcilloso, 8 litros de biomasa de hojas de cacao y guabo, 5 litros de aserrín de balsa, 1 litro de biochar de tamo de arroz. Volumen total: 23 litros por cada unidad experimental.
- **Testigo (T5):** 24 litros de suelo arcilloso Volumen total: 24 litros por cada unidad experimental.

### **Variables Medidas**

Las variables de crecimiento se midieron de la siguiente manera

- **Altura de la Planta (Primera, Segunda, Tercera y Cuarta):** Se midió la altura de la planta desde la base hasta el ápice utilizando una cinta graduada en centímetros. Se descarto los 5 cm que separan desde la tierra a la primera yema terminal. La medición se realizó a los 7 días, a los 15 días, 30 días y 45 días después del trasplante.
- **Número de Hojas (Primera, Segunda y Tercera):** Se contó el número de hojas en tres periodos a los 7 días, 15 días y a los 30 días después del trasplante.
- **Frecuencia de Riego:** Se registró el número de veces que se regaron las plantas durante el período de estudio. En varios periodos después de trasplante: en los tratamientos cada 10 días y en el testigo cada 4 días. Variable que estuvo relacionado con el estado de humedad del sustrato.
- **Dosis de Fertilizante:** Se aplicó una dosis constante de fertilizante a todas las plantas.
- **Número de Flores (Primera y Última):** Se contó el número de flores en dos momentos distintos.
- **Peso de Biomasa Fresco y Seco:** Se pesaron las plantas frescas y secas utilizando una balanza de precisión, registrando el peso en gramos. El peso de la biomasa seca se determino por diferencias.

## **Análisis Estadístico**

Primero se exploró los datos obtenidos para determinar valores atípicos y determinar si existe la normalidad en los datos, después se realizó un análisis descriptivo por cada variable. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos. Posteriormente, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% para comparar las medias de los tratamientos. Se utilizó el programa estadístico SPSS VERSION 23.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las mediciones de altura de planta se presentan en la Tabla 1, indican que los tratamientos T2, T3 y T4 obtuvieron un mayor crecimiento de las plantas de melón en comparación con T1 y el testigo T5 en todas las mediciones realizadas.

A los 7 días después del trasplante (7DDT), el tratamiento T2 presentó la mayor altura promedio con 19.8 cm, seguido de T4 con 19.5 cm y T3 con 18.6 cm. En contraste, el testigo T5 y el tratamiento T1 que mostraron un crecimiento menor, con alturas promedio de 14.9 cm y 14 cm, respectivamente

A los 15 días después del trasplante (15DDT), se observó una tendencia similar, con T4 alcanzando la mayor altura promedio de 54.6 cm, seguido de T2 con 46.7 cm y T3 con 42.9 cm. En comparación, T1 y el testigo T5 que mostraron un crecimiento más limitado, con 40 cm y 39.6 cm, respectivamente.

A los 30 días después del trasplante (30DDT), el tratamiento T4 continuó destacándose con la mayor altura promedio de 136.5 cm, seguido de cerca por T2 con 133.3 cm y por T3 con 118.2 cm. En contraste, el testigo T5 alcanzó apenas 94.2 cm, evidenciando una diferencia de más de 40 cm respecto a los tratamientos más efectivos.

Finalmente, a los 45 días después del trasplante (45DDT), los tratamientos T2 y T3 alcanzaron las mayores alturas promedio, con 246.7 cm y 245.8 cm, respectivamente, mientras que T4 también mostró un crecimiento significativo de 240.9 cm. Por otro lado, T1 presentó un crecimiento más moderado con 221.2 cm, mientras que el testigo T5 mostró el menor desarrollo con una altura promedio de 136.5 cm.

El melón es una planta de crecimiento indeterminado con alta demanda de oxígeno en la zona radicular, por lo que la porosidad y capacidad de retención de agua del sustrato juegan un papel crucial en su desarrollo (Díaz-Alvarado y Monge-Pérez, 2017). La compactación y baja porosidad de este sustrato pueden haber limitado la oxigenación radicular y dificultado la absorción de agua y nutrientes, restringiendo el desarrollo de la planta. De manera similar, T1, que contenía menos biochar que T2 y un volumen total inferior de sustrato, presentó un crecimiento intermedio, lo que sugiere que la cantidad de biochar y la relación aire-agua en el sustrato son factores determinantes en la respuesta fisiológica del cultivo (Blanco-Canqui, 2017).

Tabla 1.- Resumen descriptivo de la altura de plantas de melón en función del tiempo

07DDT	TRATAMIENTO	MEDIA	STD	MIN	MAX
	T1	14	2.36	11	19
	T2	19.8	3.39	13	25
	T3	18.6	0.97	17	20
	T4	19.5	2.07	16	22
	T5	14.9	2.51	11	19
15DDT	TRATAMIENTO	MEDIA	STD	MIN	MAX
	T1	41	2.87	35	45
	T2	46.7	5.46	37	53
	T3	42.9	6.38	35	56
	T4	54.6	4.97	43	60
	T5	39.6	4.33	34	45
30DDT	TRATAMIENTO	MEDIA	STD	MIN	MAX
	T1	111.2	16.59	97	145
	T2	133.3	9.92	122	145
	T3	118.2	15.12	95	145
	T4	136.5	14.77	111	156
	T5	94.2	11.76	65	111
45DDT	TRATAMIENTO	MEDIA	STD	MIN	MAX
	T1	221.2	10.6	211	243
	T2	246.7	11.39	233	267
	T3	245.8	6.81	233	256
	T4	240.9	9.18	222	256
	T5	136.5	11.33	122	146

07DDT: altura de planta 7 días; 15DDT: altura de planta 15 días; 30DDT: altura de planta 30 días; 45DDT: altura de planta 45 días.

El diagrama de cajas que se presenta en la Figura 4 compara la altura de plantas de melón a los 45 días de trasplante en cuatro tratamientos (T1-T4) más el testigo (T5). El tratamiento T2 muestra la mayor altura promedio y variabilidad de los datos, mientras que T1 presenta la menor altura y un valor de la mediana por debajo de T2, T3 y T4, indicando un crecimiento limitado. La variabilidad en la altura de las plantas en el tratamiento T5 es relativamente baja en comparación con otros tratamientos como T2. Esto indica que las plantas en este tratamiento son más uniformes en altura, pero no necesariamente en un rango de altura deseable.

La mayor altura y variabilidad en T2 podrían estar relacionadas con un mayor contenido de biochar, lo que ha sido documentado en estudios previos como un factor clave para mejorar la estructura del sustrato y la absorción de nutrientes, como lo reporta Huang, et al., (2019), que la adición de diferentes dosis de biochar puede causar variabilidad en la altura de las plantas debido a que índice en la absorción de nitrógeno, una mayor dosis de biochar también puede bloquear la absorción de este nutriente.

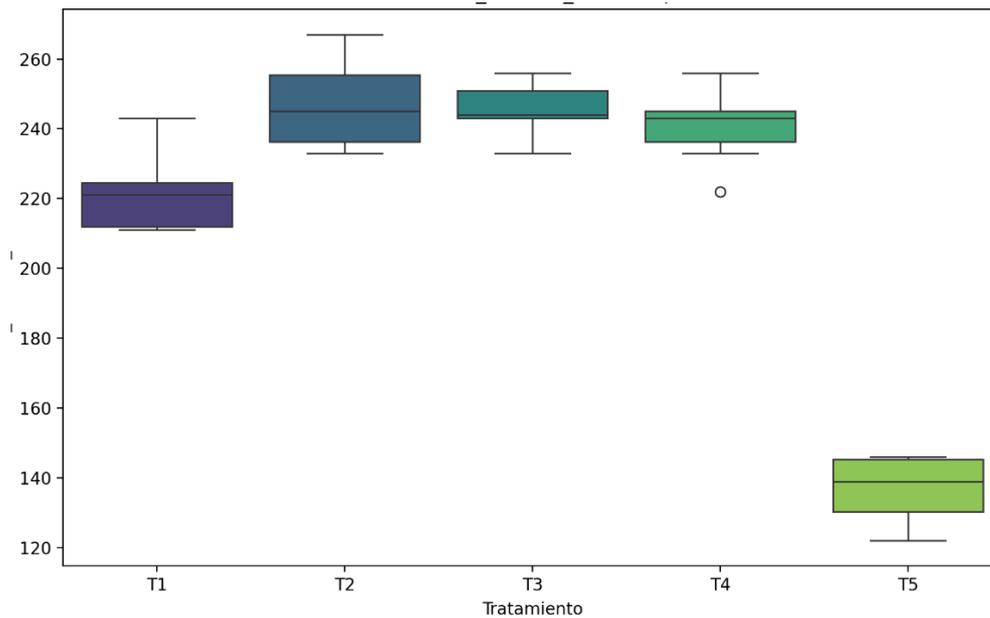


Figura 4.- Grafica de cajas y bigote altura de planta de melón por tratamiento a los 45 días de trasplante

En la Tabla 3 se muestra el análisis descriptivo del número de hojas por tratamiento y el testigo. A los 7 días, los tratamientos T2 y T4 la media del número de hojas es de 3 hojas por planta, mientras que T1, T3 y T5 tienen una media de 2 hojas. A los 15 días, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 son más efectivos, con una media de 8 hojas por planta, mientras que T5 la media se ubicó en 6 hojas. A los 30 días, el tratamiento T4 despunto con la mayor media de esta variable, 28 hojas por planta, seguido por T3 y T1 con medias de 23 y 22 hojas respectivamente. Mientras T2 muestra una gran variabilidad en los resultados y T5 es el menos efectivo con una media de 17 hojas.

Estos resultados, pueden estar relacionados con factores como la uniformidad del tratamiento aplicado o la genética de las plantas (López & Martínez, 2020). La teoría también sugiere que el crecimiento de las plantas de melón sigue un patrón específico, con un aumento en el número de hojas a medida que la planta madura. Los resultados muestran un incremento en el número de hojas desde los 7 hasta los 30 días, lo cual es consistente con el crecimiento esperado de las plantas de melón (Pérez et al., 2018).

Tabla 2.- Resumen descriptivo de hojas por planta

07DDT	TRATAMIENTO	MEDIA	STD	MIN	MAX
	T1	2	0.52	2	3
	T2	3	0.48	2	3
	T3	2	0.52	2	3
	T4	3	0.32	2	3
	T5	2	0.42	1	2
15DDT	TRATAMIENTO	MEDIA	STD	MIN	MAX
	T1	8	0.52	7	8
	T2	8	0.57	7	9
	T3	8	0.79	7	9
	T4	8	0.7	7	9
	T5	6	0.82	5	7
30DDT	TRATAMIENTO	MEDIA	STD	MIN	MAX
	T1	22	2.67	18	25
	T2	22	10.43	2	32
	T3	23	3.58	18	28
	T4	28	4.67	16	33
	T5	17	1.83	14	19

07DDT: altura de planta 7 días; 15DDT: altura de planta 15 días; 30DDT: altura de planta 30 días

La Figura 5, muestra el número de hojas en plantas de melón a los 30 días. Los tratamientos T1 a T4 muestran un aumento progresivo en el número de hojas, siendo T4 el más favorable con rango de 25 a 35 hojas. Por otra parte, T5 presenta el menor número de hojas y menor variabilidad (entre 15 a 19 hojas), lo que sugiere un desarrollo foliar limitado, pero uniforme. Estos resultados se pueden explicar a que los tratamientos T1 a T4 incluyen biomasa de hojas de cacao y guabo, aserrín de balsa y biochar de tamo de arroz pudieron aportar nitrógeno y fósforo y optimiza la retención de humedad, esto acelera la producción de follaje. Por otra parte, T4, al tener el mayor volumen total (23 L), proporciona un entorno más favorable para el desarrollo radicular, lo que se traduce en una mayor tasa de división celular en los meristemos apicales y mayor emisión de hojas.

También se considera la relación entre la cantidad de hojas y la fotosíntesis influye directamente en el desarrollo de la planta. Un mayor número de hojas en los tratamientos T1-T4 se traduce en una mayor superficie fotosintética, lo que optimiza la producción de carbohidratos y biomasa, favoreciendo así el crecimiento general de la planta (Perez et al., 2018; Taiz et al., 2018). En contraste, el tratamiento T5, con un menor número de hojas, podría estar experimentando estrés debido a una limitada disponibilidad de nutrientes o una deficiente

aireación del sustrato, lo que restringe su capacidad de crecimiento vegetativo (Taiz et al., 2018).

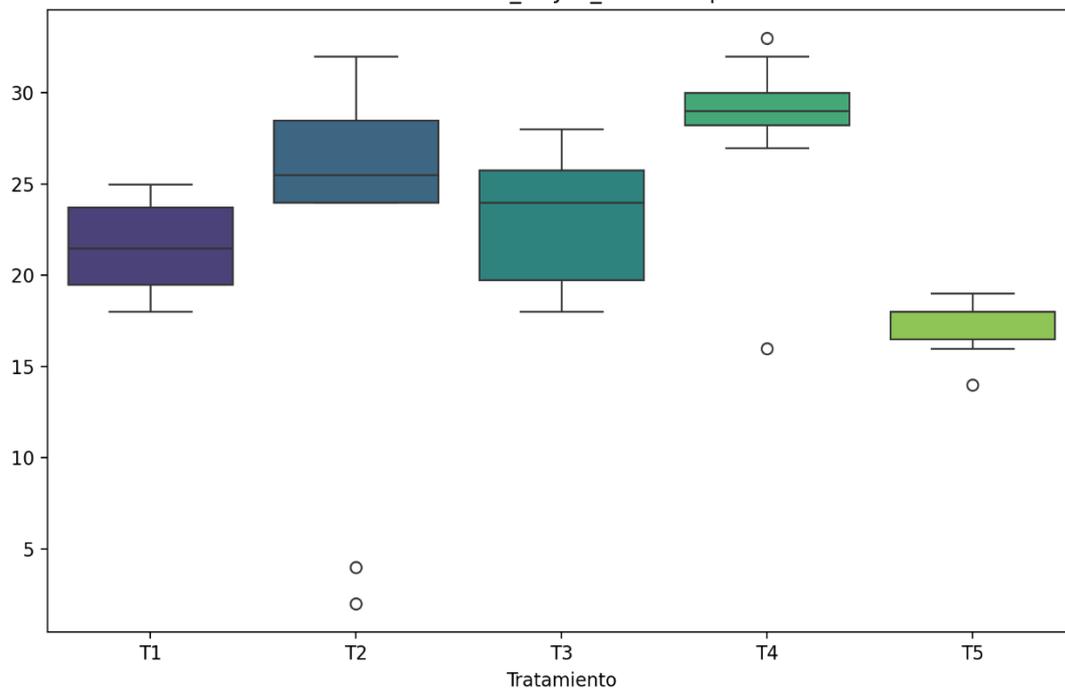


Figura 4.- Gráfica de cajas y bigote: número de hojas por planta de melón por tratamiento a los 30 días del trasplante

La tabla 3, muestra a los tratamientos T1, T2, T3 y T4 con mayor cantidad de flores en comparación con T5. T2 es el más consistente con menor variabilidad y mayor mediana en ambas mediciones. T5 tiene la menor cantidad de flores y mayor variabilidad, sugiriendo menor efectividad. T1 y T4 tienen baja variabilidad, mientras que T3 muestra mayor dispersión. En la última medición, T2 destaca con la mayor mediana y menor variabilidad (1.37 flores a los 30DDT y 2.53 flores para 45DDT), lo que sugiere que las plantas respondieron de manera similar al tratamiento.

La influencia de la composición del sustrato en la floración de las *curcubitaceas* es un proceso altamente dependiente de factores como la disponibilidad de nutrientes, la aireación del sustrato o el suelo que incide en la regulación hormonal de la planta (López & Martínez, 2020). Evans (2013) señala que una nutrición equilibrada, especialmente de fósforo y potasio, es esencial para estimular la floración en especies hortícolas. Poorter et al. (2012) reportaron que plantas cultivadas en sustratos con deficiente aireación presentan menor floración debido a la

disminución de la actividad fotosintética y la deficiencia de hormonas promotoras del desarrollo floral.

Tabla 3.- Resumen descriptivo de flores por planta

30DDT	TRATAMIENTO	MEDIA	STD	MIN	MAX
	T1	22	1	20	24
	T2	25	1	23	27
	T3	22	3	18	26
	T4	24	1	23	27
	T5	7	3	4	12
45DDT	TRATAMIENTO	MEDIA	STD	MIN	MAX
	T1	52	7	43	65
	T2	63	3	59	67
	T3	55	7	43	65
	T4	46	6	34	55
	T5	23	11	12	34

30DDT: Número de flores 30 días; 45DDT: Número de flores 45 días

La Figura 6 presenta la gráfica de cajas y bigote de número de flores por planta de melón por tratamiento a los 45 días del trasplante. La gráfica muestra la distribución del número de flores primarias posiblemente flores machos una alta variabilidad en el tratamiento T3. Los tratamientos T1 y T4 muestran un aumento progresivo en el número de flores, siendo T4 el más favorable. Mientras que, T5 presenta el menor número de flores y menor variabilidad, lo que sugiere un desarrollo floral limitado y uniforme.

La baja floración en T5 podría indicar condiciones desfavorables, como estrés hídrico, deficiencias nutricionales o la presencia de patógenos. Caso contrario a los tratamientos que con el aporte de la hojarasca y el biochar permitieron condiciones adecuadas de humedad en el sustrato.

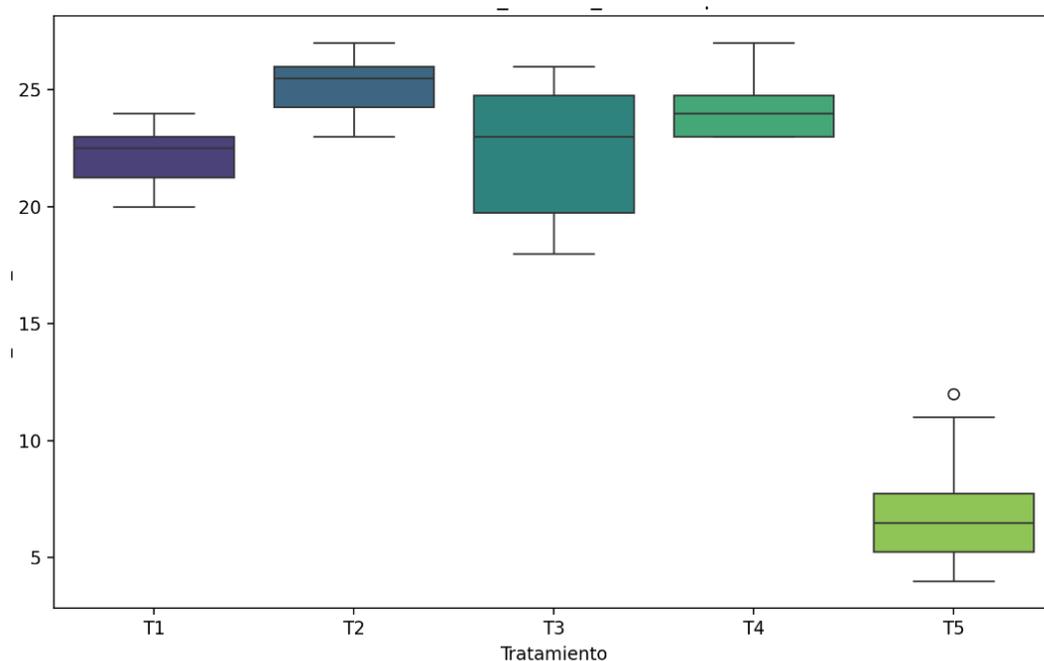
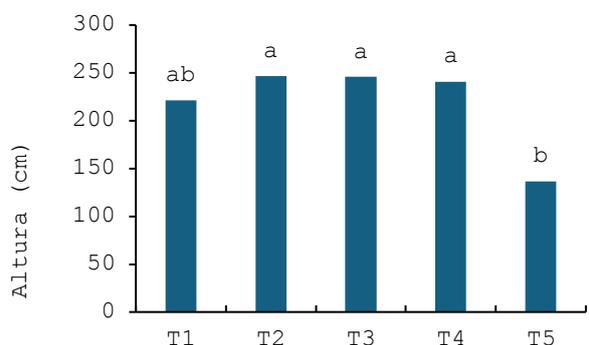


Figura 6.- Grafica de cajas y bigote: número de flores por planta de melón por tratamiento a los 45 días del trasplante

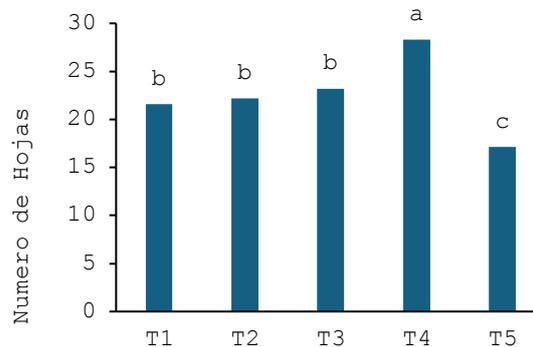
La prueba de Tukey al 5% de significancia para las variables Altura de planta (a); número de hojas (b) y número de flores (c), muestran diferentes resultados. Para altura de planta los tratamientos T2, T3 y T4 muestran diferencias significativas con el testigo (T5) y T1. En número de hojas T4 fue el tratamiento con la mayor media y mostró diferencias significativas con T1, T2 y T3 que tuvieron valores de media entre 23 a 22 hojas. Por otra parte, el número de flores a los 45 días de trasplante muestra diferencias significativas entre T2 y resto de tratamientos. Estos resultados indican un mejor desarrollo vegetativo de los tratamientos T2, T3 y T4, pero la variable número de flores es el factor principal con el cual se pronostica el número de frutos a cosechar.

Estos resultados tienen relación directa con el aporte de nutrientes que aporta el aserrín de balsa, las hojas en estado senescencia del caco y la guaba que contribuyen con valores significativos de fósforo (P) y Potasio (K), nutrientes que influyen en el desarrollo de la planta en especial en el número de hojas y la floración, como se detalla en la Tabla 4, donde los trabajos de los investigadores de Baptista & Silva (2019), Hernández & Gallegos (2020) y Klein et al., (2018), se resumen de los nutrientes esenciales de los tres insumos.

a) Altura de planta



b) Numero de Hojas



c) Numero de Flores

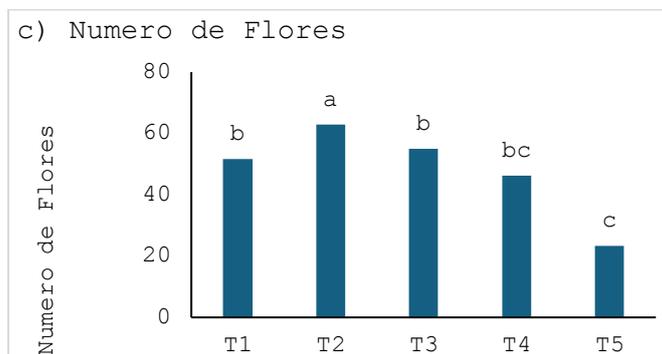


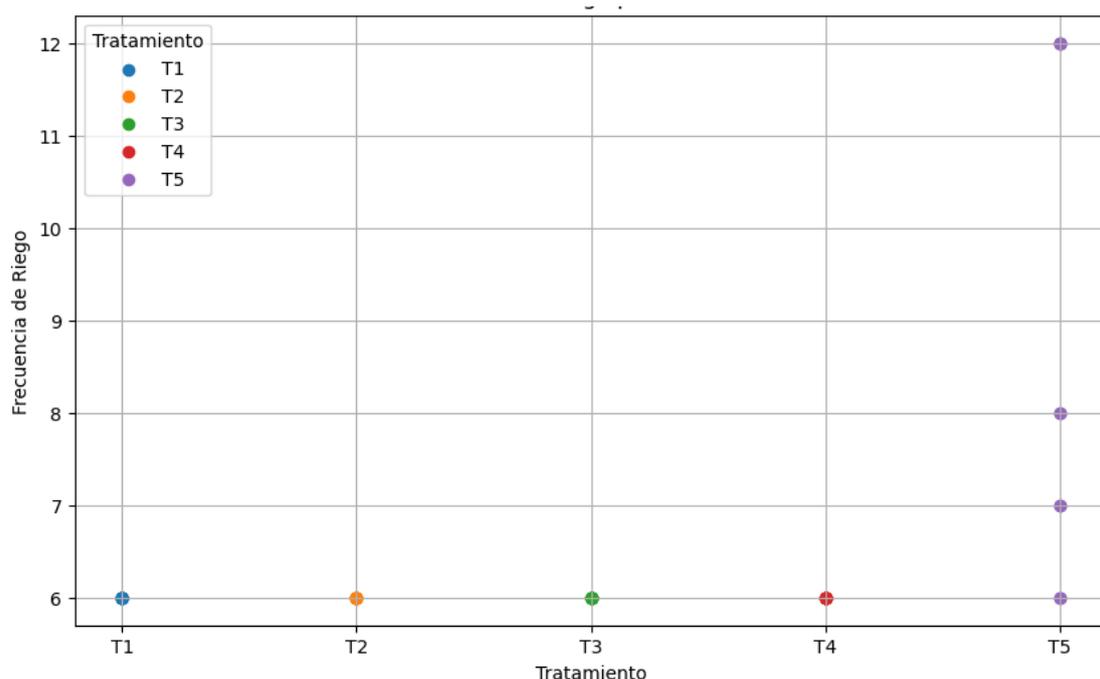
Figura 7. Prueba pos-hoc de Tukey al 5% de significancia para las variables Altura de planta (a); numero de hojas (b) y numero de flores (c).

Tabla 4.- Composición química de aserrín de balsa, hojas de cacao, hoja de guaba

Componente	Aserrín de Balsa (Baptista & Silva 2019)	Hoja de Cacao (Hernández & Gallegos 2020)	Hoja de Guaba (Klein et al 2018)
Materia Orgánica	95-98%	85-95%	85-90%
Carbohidratos (fibra)	60-70%	50-60%	40-55%
Proteínas	1-2%	6-10%	6-9%
Lignina	20-30%	5-10%	5-8%
Celulosa	30-40%	30-35%	30-40%
Potasio (K)	0.2-0.5%	0.9-1.5%	0.8-1.2%
Fósforo (P)	0.1-0.3%	0.1-0.2%	0.1-0.3%
Nitrógeno (N)	0.05-0.2%	3.5-4.5%	2-4%
Calcio (Ca)	0.1-0.3%	0.3-1.5%	0.3-1.0%
Magnesio (Mg)	0.1-0.3%	0.1-0.3%	0.1-0.5%
Sodio (Na)	0.05-0.1%	0.05-0.1%	0.05-0.1%

La Figura 8a, muestra la frecuencia en el riego entre los cuatro tratamientos que tuvo un régimen de 6 riegos durante los 45 días al trasplante dentro del invernadero y el testigo que requirió de 12 riego cada 4 días. Mientras que la Figura 8b, muestra la diferencia en el peso en fresco y seco de toda la planta de melón. Se observa unas diferencias numéricas grande entre T3 con el mayor (493.8 g en seco) y el testigo (231.2 g). Los pesos frescos de la biomasa entre T1, T2 y T3 fueron: 459.8 g, 441.2 g y 464.0 g respetivamente. La mayor pérdida de peso de fresco a húmedo se produjo en T3 con peso final en de 57.9 g, seguido de T4 (peso seco 50.2 g), T1 (peso seco 46.1 g) y T2 con registro de 49.6 g peso de la biomasa en seco. Estos valores indican que T3 y T4 almacenaron mas agua que los tratamientos T1 y T2. En el caso del testigo T5 alcanzo 25.2 g de biomasa en seco, a pesar de tener un régimen de riego mayor las plantas estuvieron expuestas a un estrés hídrico, mientras en los tratamientos los sustratos orgánicos permitieron una mayor absorción de agua y menor evo transpiración, factor positivo que se relaciona con un mayor numero de hojas.

Esto refleja una diferencia importante en el suministro de agua, que puede tener un impacto directo en el crecimiento de las plantas, especialmente en cuanto a la cantidad de agua disponible para su desarrollo y la formación de la biomasa (FAO, 2020). la evapotranspiración, lo que es un factor positivo para el crecimiento de las plantas, ya que mantuvo un equilibrio adecuado entre agua y nutrientes. Esto se relaciona con un mayor número de hojas, ya que las plantas pudieron almacenar más agua y continuar con un desarrollo saludable.



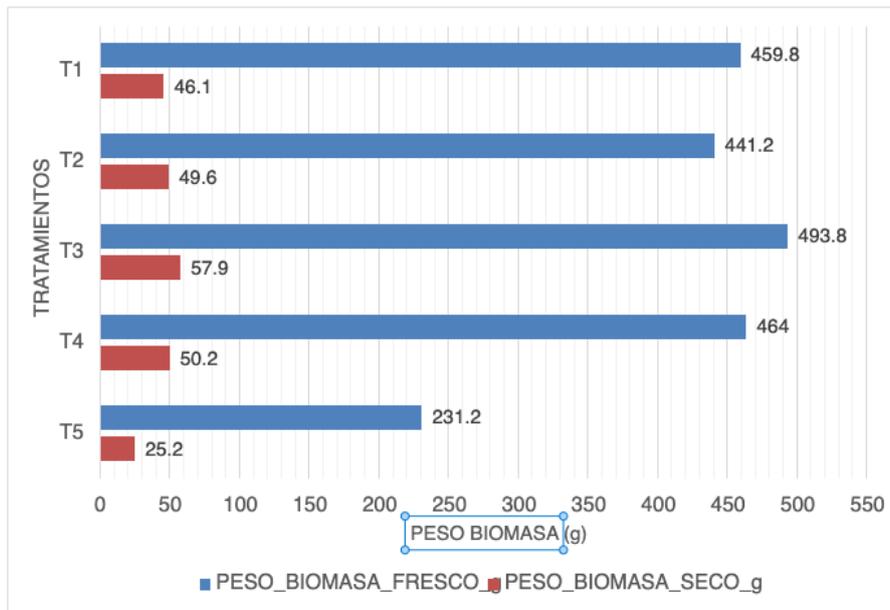


Figura 8. Frecuencia de riego (A) y diferencia de peso en la biomasa del melón sin fruto

## CONCLUSIONES

Los sustratos orgánicos utilizados en el estudio demostraron tener un impacto positivo significativo en la etapa de crecimiento de las plantas de melón, evidenciado por un aumento en la altura de las plantas y el número de hojas en comparación con el testigo. Esto sugiere que los sustratos orgánicos proporcionan un entorno más favorable para el desarrollo vegetativo del melón.

Durante la etapa de floración, los tratamientos con sustratos orgánicos mostraron una mayor cantidad de flores en comparación con el testigo, indicando que estos sustratos no solo promueven el crecimiento vegetativo, sino que también favorecen la floración.

El tratamiento T2, que incluía una combinación específica de suelo arcilloso, biomasa de hojas de cacao y guabo, aserrín de balsa y biochar de tamo de arroz, resultó ser el más efectivo en

La marcada diferencia entre los tratamientos más efectivos y el testigo T5 resalta la importancia del sustrato en la optimización del crecimiento del melón en condiciones de invernadero.

## **RECOMENDACIONES**

Incluir una mayor diversidad de sustratos orgánicos e inorgánicos en los estudios para evaluar su impacto en el crecimiento y desarrollo del melón. Esto permitirá identificar nuevas combinaciones óptimas y nuevas alternativas que puedan mejorar aún más los resultados obtenidos.

Implementar un sistema de monitoreo continuo de variables ambientales como la humedad de suelo y el calor dentro del sustrato, utilizando tecnologías avanzadas como sensores de humedad, temperatura y nutrientes. Esto proporcionará datos más precisos y detallados, facilitando un análisis más exhaustivo de los efectos de los sustratos en las plantas.

Realizar investigaciones a largo plazo que abarquen múltiples ciclos de cultivo para evaluar la sostenibilidad y efectividad de los sustratos orgánicos a lo largo del tiempo. Esto ayudará a determinar si los beneficios observados se mantienen y si existen efectos acumulativos o cambios en la productividad y calidad del melón.

## REFERENCIAS

- Baptista, J. A., & Silva, J. (2019). The chemical composition of balsa wood (*Ochroma pyramidale*) and its potential for sustainable use in bioenergy. *Forest Ecology and Management*, 433, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.042>
- Blanco-Canqui, H. (2017). Biochar and soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 81(4), 687-711. <https://doi.org/10.2136/sssaj2017.01.0017>
- Cano-Ríos, P., García-Gutiérrez, L., Martínez-Cueto, V., Márquez-Hernández, C., & Rodríguez-Dimas, N. (2015). Desarrollo del cultivo de melón (*Cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. *Revista de Agricultura Protegida*, 1(2), 163-173.
- Corbin, J. A. (2023). 13 beneficios y propiedades nutricionales del melón. *Psicología y Mente*. Recuperado de <https://psicologiaymente.com/nutricion/beneficios-propiedades-melon>
- Díaz-Alvarado, J. M., & Monge-Pérez, J. E. (2017). Producción de melón (*Cucumis melo* L.) en invernadero: efecto de poda y densidad de siembra. *Posgrado y Sociedad Revista Electrónica del Sistema de Estudios de Posgrado*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.22458/rpys.v15i1.1821>
- Espinal Rodríguez, J. E. (2017). Manejo y tecnificación del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.), en las variedades Dorado y Piel de Sapo en la Empresa Logifru Internacional, Costa Rica. Universidad Nacional Agraria.
- Espinosa Carrillo, J. F., Ramos Remache, R. A., & Godoy Montiel, L. A. (2024). Evaluation and selection of elite families obtained from the native melon cultivar (*Cucumis melo* L.) Cantalupo variety. *Journal of Agricultural Development and Sustainable Management*, 10(2), 45-58.
- Evans, J. R. (2013). Improving photosynthesis. *Plant Physiology*, 162(4), 1780-1793. <https://doi.org/10.1104/pp.113.219006>

- FAO. (2020). Cálculo de la evapotranspiración y su uso en la gestión de los recursos hídricos agrícolas. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- Gabriel Ortega, J., Banchón Toro, J., Ayón Villao, F., Vera Tumbaco, M., & Narváez Campana, W. (2020). Nuevos cultivares de melón (*Cucumis Melo L.*) Para Invernadero en Puerto La Boca, Manabí. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(4), 259–271. <https://doi.org/10.47230/unesciencias.v4.n4.2020.352>
- García, M., & Pérez, L. (2021). Exportación de melón ecuatoriano: desafíos y oportunidades. *Revista de Comercio Internacional*, 15(3), 45-58.
- González, J. M., Monge, J. E., & Pérez, L. (2019). Producción de melón (*Cucumis melo L.*) en invernadero: efecto de poda y densidad de siembra. *Revista de Estudios de Posgrado*, 15(1), 1-12.
- Hernández, M. T., & Gallegos, P. A. (2020). Caracterización química de las hojas de cacao (*Theobroma cacao L.*) y su valor como fuente de nutrientes. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 16(2), 35-46.
- Huang, M., Yang, L., Qin, H., Jiang, L., & Zou, Y. (2019). Fertilizer nitrogen uptake by rice increased by biochar application. *Biology and Fertility of Soils*, 55(1), 43-56. <https://doi.org/10.1007/s00374-018-1329-1>
- Jiménez Vélez, W. E. (2020). Desarrollo morfológico y productivo del cultivo de melón (*Cucumis melo*) bajo sistema hidropónico NFT en Guayaquil. Universidad Agraria del Ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JIMENEZ%20VELEZ%20WILSON%20ESTEVA%20AN.pdf>
- Klein, B., Paredes, M., & Morón, M. A. (2018). Caracterización y potencial uso de las hojas de guaba (*Inga feuillei*) en el manejo de suelos y como fertilizante orgánico. *Revista de Investigación Agrícola*, 14(3), 113-125.

- López, J., & Ramírez, P. (2024). Logística y distribución del melón en el mercado ecuatoriano. *Revista de Economía Agrícola*, 18(1), 112-125.
- López, R., & Martínez, A. (2020). Fertilización química del melón (*Cucumis melo* L.) en invernadero. *Journal of Agricultural Science*, 11(1), 84-95.
- Martínez, R., Gómez, A., & Torres, F. (2022). Prácticas sostenibles en la producción de melón en Ecuador. *Journal of Sustainable Agriculture*, 10(4), 89-102.
- Morales Pérez, J. (2008). Evaluación de sustratos orgánicos en el cultivo de melón. *Revista de Agricultura Sostenible*, 3(1), 45-53.
- Moreno-Reséndez, A., García-Gutiérrez, L., Cano-Ríos, P., Martínez-Cueto, V., & Márquez-Hernández, C. (2014). Desarrollo del cultivo de melón (*Cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. *Revista de Agricultura Protegida*, 1(2), 163-173.
- Poorter, H., Niinemets, Ü., Poorter, L., Wright, I. J., & Villar, R. (2012). Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): A meta-analysis. *New Phytologist*, 193(1), 30-50. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03952.x>
- Pérez, F., Díaz, M., & Gómez, C. (2018). Raleo de frutos en plantas de melón (*Cucumis melo*) del tipo reticulado. *Revista de Investigación Agrícola*, 52(1), 49-60.
- Rodríguez, A., & Sánchez, D. (2023). Consumo de melón en Ecuador: tendencias y factores determinantes. *Revista de Nutrición y Salud Pública*, 7(2), 34-47.
- Rodríguez Ronquillo, L. F. (2022). Mecanismos de mejoras en el suelo para el establecimiento del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en el Ecuador. *Revista de Agricultura Sostenible*, 8(1), 112-125.
- Sánchez Hernández, D. J. (2011). Evaluación de melón (*Cucumis melo* L.) en diferentes sustratos bajo condiciones de invernadero en La Laguna. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Tercero Campos, S. G. (2018). Generalidades y manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en la Empresa Lowland Corporation, Ciudad Sandino, Managua. Universidad Nacional Agraria.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2018). *Plant Physiology and Development* (6th ed.). Sinauer Associates.

Vargas-González, G., Alvarez-Reyna, V. P., Guigón-López, C., Cano-Ríos, P., & García-Carrillo, M. (2016). Impacto ambiental por uso de plaguicidas en tres áreas de producción de melón en la Comarca Lagunera, México. *Revista de Impacto Ambiental*, 13(2), 113-128.

Zanin, T. (2024). 9 propiedades del melón, beneficios y cómo consumirlo. *Tua Saúde*. Recuperado de <https://www.tuasaude.com/es/propiedades-del-melon/>