

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Impacto de la combinación de vermicompost y fertilizantes minerales en el crecimiento y productividad del melón (*Cucumis melo* L.)

Por:

Marissa Itzel Ortega Ortiz

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Impacto de la combinación de vermicompost y fertilizantes minerales en el crecimiento y productividad del melón (*Cucumis melo* L.)

Por:

Marissa Itzel Ortega Ortiz

TESIS

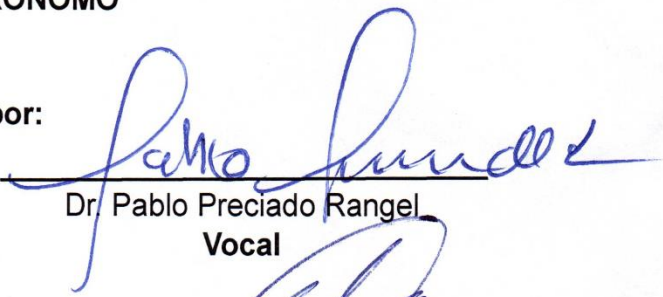
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

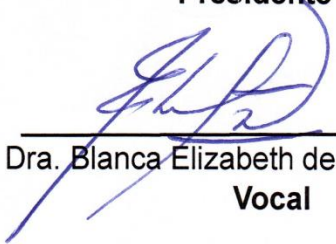
Aprobado por:



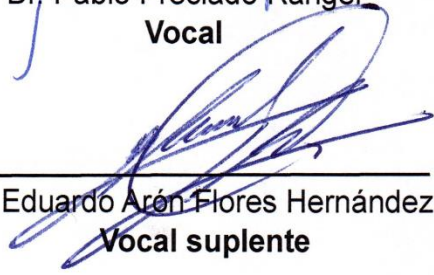
Dr. Alain Buendía García
Presidente



Dr. Pablo Preciado Rangel
Vocal



Dra. Blanca Elizabeth de la Peña Casas
Vocal



Dr. Eduardo Arón Flores Hernández
Vocal suplente



MC. Rafael Ávila Cisneros
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2026

Unidad Laguna



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Impacto de la combinación de vermicompost y fertilizantes minerales en el
crecimiento y productividad del melón (*Cucumis melo* L.)

Por:

Marissa Itzel Ortega Ortiz

TESIS

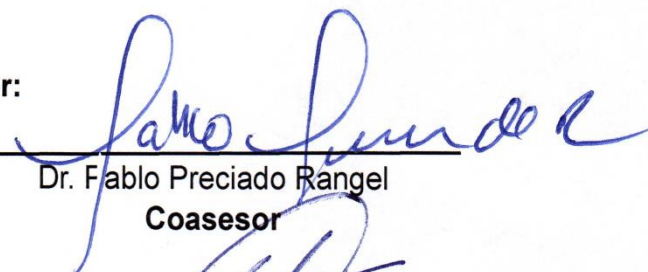
Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO

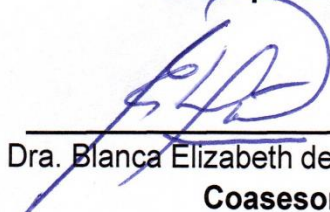


Dr. Alain Buendía García
Asesor principal

Aprobado por:



Dr. Fabio Preciado Rangel
Coasesor



Dra. Blanca Elizabeth de la Peña Casas
Coasesor



Dr. Eduardo Arón Flores Hernández
Coasesor



Mc. Rafael Ávila Cisneros
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2026



*Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas*

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, proporcionándome las herramientas, conocimientos y espacios necesarios para alcanzar esta meta. Gracias por permitirme vivir una de las mejores etapas de mi vida, misma que concluyo con profunda gratitud y felicidad.

A mi profesor, el Dr. Alain Buendía, quien me acompañó y brindó su apoyo durante todo este proceso. Gracias por compartir conmigo sus conocimientos, por guiarme en mi formación académica y por ayudarme a comprender cada aspecto de mi carrera. Agradezco su paciencia, su disposición para orientarme y por contribuir de manera significativa a mi crecimiento profesional y personal.

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de una u otra forma a la realización de este trabajo de investigación.

Y, sobre todo, a mis padres, quienes hicieron posible que llegaré hasta aquí. Gracias por creer en mí por nunca dudar de mis capacidades y por brindarme siempre su apoyo incondicional. Este logro también les pertenece a ustedes.

DEDICATORIAS

A mi papá, Jesus Ortega, por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia. Gracias por motivarme a no rendirme ante las dificultades, a mantener la frente en alto y a luchar siempre por mis objetivos y familia. Gracias por forjar mi carácter y ayudarme a convertirme en la mujer que soy el día de hoy.

A mi mamá, Nancy Ortiz por ser mi apoyo incondicional, mi guía y mejor amiga. Gracias por estar siempre a mi lado, por escucharme, comprenderme y brindarme tu amor en los momentos más difíciles. Tu confianza y cariño han sido una de las mayores fortalezas durante esta etapa de mi vida.

A mis hermanas, Marisol y Aydee, por acompañarme siempre, por creer en mí, apoyarme en cada uno de mis proyectos y hacerme sentir que nunca estoy sola. Su cariño y respaldo han sido fundamentales para seguir adelante.

A mis sobrinos, Camila, Alexander, Emiliano, Liam y Hanna, que se han convertido en una de mis mayores motivaciones para superarme cada día. Este logro y todo lo que haga es para y por ustedes, porque me inspiran a ser una mejor persona y a seguir luchando por mis sueños, con la esperanza de poder brindarles siempre lo mejor.

A mis amigos, Guadalupe Diaz, Antonio Negrete, Fernando Arriaga, Claudia Castillo y Marlene Sandoval, quienes se convirtieron en la familia que elegí durante mi etapa universitaria. Gracias por acompañarme a lo largo de la carrera, por compartir momentos inolvidables, por brindarme su apoyo y por demostrarme el verdadero significado de la amistad.

Y al Dr. Alain Buendia, porque más allá de ser un profesor y un guía en toda esta etapa, fue y sigue siendo un amigo, Gracias por su apoyo, comprensión y enseñanzas, las cuales llevare conmigo siempre.

Con cariño y gratitud, dedico este trabajo a todas las personas que estuvieron a mi lado durante este camino y que hicieron posible que hoy alcanzara esta meta

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo	4
1.2 Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Cultivo del melón	5
2.2 Origen del melón.....	5
2.3 Producción de melón en el mundo	5
2.4 Producción de melón en México	6
2.5 Morfología del melón	7
2.5.1 Raíz.....	7
2.5.2 Tallo	7
2.5.3 Hojas.....	7
2.5.4 Fruto	8
2.5.5 Estructura.....	8
2.6 Requerimientos climáticos.....	10
2.7 Tipo de suelo.....	11
2.8 Plagas del melón.....	12
2.9 Enfermedades del melón	14
2.10 Vermicompost.....	16
2.11 Historia y bases microbiológicas del vermicompostaje	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Localización geográfica de la comarca lagunera.....	21
3.2 Localización del área experimental	22
3.3 Análisis del suelo.....	22
3.4 Labores culturales.....	24
3.5 Calendario de riego	25
3.6 Material vegetal	26
3.7 Siembra.....	28

3.8	Tratamientos	29
3.9	Modelo estadístico y diseño experimental	30
3.10	Parcela experimental	31
3.10.1	Disposición experimental y establecimiento del cultivo	33
3.10.2	Señalización y registro experimental.	34
3.11	Riego, manejo fitosanitario y condiciones uniformes del cultivo	34
3.12	Control de plagas.....	35
3.13	Cosecha y evaluación de rendimiento.....	37
3.14	Variables de calidad.	38
3.14.1	Fenológicos totales.	38
3.14.2	Flavonoides totales.	39
3.14.3	Actividad antioxidante total por DDPH.....	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1	Rendimiento	41
4.2	Fenoles	42
4.3	Flavonoides	44
4.4	Capacidad de antioxidante por DDPH	46
V.	Conclusiones.	48
VI.	Bibliografía.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resultados del análisis del suelo	23
Tabla 2.	Proporciones aportadas por el vermicompost y la fertilización inorgánica para alcanzar la cobertura total de los requerimientos nutrimentales del cultivo... 30	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Las plagas que puede presentar el melón según (Campos, 2018):.....	12
Cuadro 2.	Principales enfermedades del cultivo del melón (Cucumis melo L.). ...	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Municipios que conforman la Región Lagunera.	21
Figura 2. Localización geográfica del área experimental.....	22
Figura 3. Melón variedad Cruiser.....	27
Figura 4. Siembra del melón.....	29
Figura 5. Distribución de tratamientos en campo.	32
Figura 6. Equipo y agroquímico utilizado en la aplicación.	36
Figura 7. Cosecha del melón.....	37
Figura 8. Efecto de los tratamientos evaluados sobre el rendimiento del cultivo de melón.	41
Figura 9. Contenido de compuestos fenólicos totales en frutos de melón bajo diferentes tratamientos de fertilización y vermicompost.	43
Figura 10. Contenido de flavonoides en los frutos del melón sometidos a los diferentes tratamientos de fertilización.	45
Figura 11. Actividad antioxidante de frutos de melón evaluada mediante el ensayo DPPH bajo distintos tratamientos de fertilización y vermicompost	47

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objeto evaluar efectos de diferentes dosis de vermicompost y fertilización inorgánica sobre el rendimiento y la calidad nutracéutica del cultivo del melón (*Cucumis melo L.*) variedad *Cruiser*, establecido en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Se empleó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones de cada uno. Utilizando distintas combinaciones de vermicompost y fertilización química para cubrir los requerimientos nutrimentales del cultivo. Los resultados mostraron que el rendimiento del cultivo no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Sin embargo, en las variables de calidad nutracéutica si se observaron diferencias estadísticas significativas, particularmente en el contenido de fenoles totales, cuyos valores están entre 595.65 y 954.65 mg 100 g⁻¹ PF, siendo el tratamiento 5 con mayor concentración de fenoles totales. Se concluye que el vermicompost constituye una alternativa viable para la producción de melón, ya que permite mantener rendimientos comparables a los obtenidos con fertilización química convencional y, al mismo tiempo, mejorar atributos relacionados con la calidad nutracéutica de los frutos.

Palabras clave: Fertilización orgánica, Compuestos fenólicos, Actividad antioxidante, Rendimiento

I. INTRODUCCIÓN

El *Cucumis melo*, integrante de la familia cucurbitácea, es una especie herbácea de crecimiento rastrero-trepador que se caracteriza por presentar tallos divididos en nudos, desde los cuales se desarrollan estructuras filiformes conocidas como zarcillos, que cumplen funciones de soporte y anclaje. Diversas investigaciones han documentado que los frutos de *Cucumis melo* poseen una elevada concentración de compuestos con actividad antioxidante, entre los que destacan vitaminas como C y E, así como distintos flavonoides.

En consecuencia, la incorporación habitual de este fruto en la dieta puede contribuir a la disminución del riesgo asociado con patologías generadas por el estrés oxidativo, incluyendo ciertos tipos de cáncer y enfermedades de origen cardiovascular y cerebrovascular. Así mismo se reconoce la existencia de una amplia diversidad de variedades dentro de *C. melo*, cuyos frutos exhiben notables diferencias en cuanto a sus rasgos morfológicos y a su composición bioquímica.

Entro los atributos de mayor relevancia para la aceptación del producto por parte del consumidor se encuentran la concentración de azúcares y el perfil aromático, considerados actores determinantes en la percepción sensorial y en la calidad comercial del melón (Benoît Bargui Koubala., 2016).

Se trata de una planta fanerógama cuya propagación se realiza mediante semillas. En los sistemas de establecimiento directo, las semillas se depositan de manera inmediata en el suelo previamente acondicionado para favorecer su germinación y desarrollo inicial. En la producción contemporánea se emplea una

amplia gama de sustratos de origen natural, entre los que destacan la turba, la fibra de coco, la cascarilla de arroz y el vermicompost, debido a sus propiedades físicas y químicas favorables para la emergencia y el crecimiento de las plántulas.

Dentro de este grupo, el compost y el vermicompost adquieren especial relevancia, ya que son el resultado de procesos biológicos controlados que permiten la transformación de desechos orgánicos en enmiendas más estables, estructuralmente uniformes y con un mayor grado de humificación. Estos materiales no solo mejoran la capacidad del sustrato para retener humedad y nutrientes, sino que también aportan microorganismos benéficos que contribuyen al desarrollo saludable de las plantas (Miranda Ramírez., 2025).

En la actualidad, el consumo del melón ha experimentado un crecimiento significativo a nivel mundial, dando lugar a la consolidación de un mercado cuyo valor económico asciende a varios billones de dólares. Este notable desarrollo se ve impulsado principalmente por una mayor conciencia sobre la relación entre la alimentación y la salud, lo que ha favorecido una alta demanda en países como Estados Unidos, Japón, Corea, India y China, los cuales se posicionaron como los principales consumidores y actores estratégicos dentro de este sector (Gómez Gálvez., 2018).

El vermicompost es un abono orgánico que se obtiene de la descomposición de residuos vegetales, proceso que se lleva a cabo gracias a la acción de las lombrices. Este material sirve como una excelente fuente natural de nutrientes para las plantas. El producto final del proceso, conocido como vermicompost, contiene altas concentraciones de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y diversos

micronutrientes, además de destacar por su elevada actividad microbiana y enzimática (Ichwan., 2022).

Este procedimiento constituye una tecnología ecológica de bajo costo diseñada para transformar residuos orgánicos mediante procesos biológicos controlado. Su funcionamiento se basa en la bio-oxidación y descomposición progresiva de la materia orgánica, logradas a través de la acción conjunta y complementaria de poblaciones microbianas y lombrices. La interacción entre ambos organismos acelera la degradación, favorece la mineralización de compuestos complejos y garantiza la estabilización final del material, convirtiéndolo en un producto más homogéneo, estable y apto para uso de aplicaciones agroecológicas (Reséndez., 2023).

Entre los parámetros fundamentales que se consideran para evaluar la calidad del melón encuentran los sólidos solubles totales, ya que estos están directamente relacionados con el nivel de dulzura que presenta el fruto. La determinación de este atributo se realiza mediante la medición de los grados Brix, los cuales permiten cuantificar la concentración de azúcares presentes en la pulpa. Para que el melón cumpla con los estándares de comercialización, el contenido de sólidos solubles debe situarse dentro de un rango específico, el cual oscila entre 10 y 12 °Brix, valor que garantiza una aceptable calidad sensorial del producto (Jose., 2020).

1.1 Objetivo

Evaluar como distintas proporciones de vermicompost en combinación con fertilizantes químicos influyen en las variables de calidad del melón (*Cucumis melo* L.), con el propósito de determinar la formulación nutrimental más favorable para optimizar el rendimiento del cultivo y promover prácticas agrícolas más sostenibles.

1.2 Hipótesis

Se espera que la incorporación de vermicompost junto con fuentes minerales de fertilización, en dosis óptimas, favorezca la calidad del fruto e incremento en la productividad del melón.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cultivo del melón

La Comarca Lagunera es una región conformada por diversos municipios ubicados en los estados Durango y Coahuila, se caracteriza por su destacada actividad agrícola, especialmente en la producción de cultivos hortícolas. Dentro de este contexto, la zona sobresale a nivel nacional por su liderazgo en el cultivo de melón, posicionándose como la principal área productora de este fruto en México. En esta región se generan aproximadamente 115, 000 toneladas, resultado de condiciones agroclimáticas favorables, la disponibilidad de infraestructura agrícola y la experiencia acumulada de los productores locales. Este volumen productivo convierte a la Comarca Lagunera en un referente dentro de la cadena de suministro y comercialización del melón en el país (Vargas-González., 2015).

2.2 Origen del melón

Diversos autores consideran a África como el centro primario de origen del melón (*Cucumis melo* L.), debido a la frecuente presencia de numerosas especies silvestres del género *Cucumis* en ese continente. A ello se suma la existencia documentada de poblaciones silvestres de *Cucumis melo* en el África tropical oriental y en regiones ubicadas al sur del desierto de Sahara, lo que refuerza la hipótesis africana (CONABIO).

2.3 Producción de melón en el mundo

A nivel internacional, la producción de melón se encuentra principalmente en unos cuantos países, destacando China como el líder indiscutible al aportar el

48.8% del volumen global. En posiciones subsecuentes se encuentran Turquía con una participación del 5.8%, Irán con el 5.1%, Egipto con el 3.5% y la India con el 3.4% del total producido. México, aunque posee una presencia relevante en el sector, ocupa el duodécimo lugar con una contribución del 1.9% de la producción mundial. En términos generales, la oferta global de melón ha registrado un incremento sostenido, resultado tanto de la ampliación de la superficie destinada al cultivo como de las mejoras en los rendimientos agrícolas; no obstante, el aumento en la productividad ha sido el factor que más ha impulsado este crecimiento.

Por otra parte, en el ámbito del comercio internacional, los principales países exportadores son España, Guatemala, Honduras, Estados Unidos, Brasil y México, concentran en conjunto el 72.5% del volumen total de melón comercializado a nivel global, consolidándose como los actores más relevantes en el mercado externo de esta fruta (CAAMAL-CAUICH., 2017).

2.4 Producción de melón en México

En México, este cultivo se desarrolla principalmente en zonas caracterizadas por temperaturas elevadas y una disponibilidad limitada de lluvia. Para el año 2019, se registró una superficie cercana a las 20 mil hectáreas destinadas a su producción. En el caso particular de Coahuila, entidad ubicada en la región norte del país, aproximadamente 1800 productores establecieron más de seis mil hectáreas. Dichas unidades productivas operan con un notable nivel de tecnificación, estándares de calidad y rigurosos controles de inocuidad, condiciones que han favorecido su inserción en mercados internacionales (Rubén Guadalupe Rivera-Gutiérrez., 2021).

2.5 Morfología del melón

2.5.1 Raíz

El sistema radicular del melón se caracteriza por ser abundante y presentar un alto grado de ramificación, lo que favorece su rápida expansión en el suelo. Durante su desarrollo, algunas raíces pueden alcanzar profundidades cercanas a 1 metro, sin embargo, la mayor parte del sistema radicular se concentra en las capas superficiales del suelo, específicamente en los primeros 30 a 40 cm, donde se produce la mayor absorción de agua y nutrientes necesarios para el crecimiento del cultivo (ESTEVAN., 2020).

2.5.2 Tallo

Los tallos del melón pueden presentar dos tipos de desarrollo, siendo estos de crecimiento rastrero o trepador, condición que está determinada por la presencia y función de los zarcillos. Tanto los tallos como las hojas se caracterizan por presentar una superficie vellosa. A partir de las axilas de las hojas del tallo principal se originan los tallos secundarios, de los cuales los primeros tres a cuatro son los que alcanzan un mayor desarrollo y vigor en comparación con los restantes (ESTEVAN., 2020).

2.5.3 Hojas

Las hojas presentan un limbo de forma variable, pudiendo ser orbicular, ovalado, reniforme o pentagonal, el cual se encuentra dividido en tres a siete lóbulos con márgenes dentados. Asimismo, se caracterizan por poseer una superficie vellosa en el envés, rasgo distintivo de esta especie (Vicente., 2015).

2.5.4 Fruto

El fruto del melón presenta una marcada variabilidad morfológica, manifestándose en diversas formas, entre las que se incluyen la esférica, elíptica y ovalada. La corteza puede presentar diferentes coloraciones, tales como verde, amarillo, anaranjado o blanca, y su superficie externa puede ser lisa, reticulada o estriada, características que dependen de cultivar y de las condiciones del desarrollo del fruto. En relación con la pulpa, esta puede variar tanto en color como en apariencia, encontrándose tonalidades blancas, amarillas, cremosas, anaranjadas, asalmonadas o verdosas. Asimismo, la placenta, estructura interna encargada de contener semillas, puede presentar distintas consistencias, las cuales se clasifican como secas, gelatinosas o acuosas, según las partículas propias del fruto (Vicente., 2015).

2.5.5 Estructura

La planta del melón numerosas ramificaciones cuyo ciclo varía entre 80 y 140 días según la variedad (Vigo., 2021).

- **Raíz:** El sistema radical se caracteriza por una raíz primaria de tipo pivotante, capaz de profundizar aproximadamente entre 120 y 150 cm en el suelo. No obstante, la mayor concentración de raíces se encuentra en los primeros 40 a 50 cm del perfil. De manera paralela, se desarrollan raíces adventicias y numerosas ramificaciones laterales que contribuyen a la formación de un sistema radical denso y con un volumen considerable.
- **Tallo:** Presentan un hábito de crecimiento sarmentosos, con coloración verde, estructura flexible. En las plantas jóvenes, el tallo puede mostrar una

sección pentagonal, cuadrangular o cilíndrica; además se caracteriza por su consistencia blanda y por la presencia de una ligera pubescencia superficial. Su desarrollo es principalmente rastrero, extendiéndose sobre la superficie del suelo; sin embargo, también puede adoptar un comportamiento trepador gracias a la presencia de zarcillos caulinares, característica que es aprovechada en algunas variedades cuando se emplea el sistema de cultivo entutorado.

- **Hojas:** Son pecioladas. Se disponen de manera alterna y muestran una nervadura de tipo palminervia. El envés se caracteriza por la presencia de pubescencia, mientras que el limbo puede variar en su forma, desde orbicular-ovado hasta reniforme o pentagonal. Asimismo, suele encontrarse dividido en tres a siete lóbulos con márgenes dentados. El tamaño de las hojas y la intensidad de su coloración dependen del tipo y de la variedad de melón. Estas estructuras foliares manifiestan fototropismo positivo, orientándose en función de la posición del sol, lo que contribuye a mantener el equilibrio energético y el adecuado contenido de agua en los tejidos.
- **Pecíolo:** Presenta un pecíolo alargado que generalmente mide entre 10 y 15 cm de longitud.
- **Zarcillo:** Son estructuras simples que alcanzan aproximadamente entre 20 y 30 cm de longitud. Se originan en las axilas de las hojas, localizándose cerca de los brotes que se encuentra en proceso de desarrollo. (Mármol)
- **Flores masculinos:** Generalmente se forman inicialmente en los entrenudos inferiores de la planta.

- **Flores femeninas:** A lo largo del tallo principal se insertan las hojas, desde cuyas axilas se originan las ramificaciones secundarias; a partir de estas se desarrollan ramificaciones terciarias, en las cuales se forman las flores femeninas principalmente portadoras de los frutos.
- **Frutos:** Presenta variaciones notables en forma, dimensiones y color, las cuales están determinadas por la variedad específica. Su superficie externa puede ser lisa o de textura verrugosa, mientras que la coloración de la cascara puede oscilar entre blanco-amarillento, verde o con patrones moteados. De igual manera, la pulpa interna muestra diversidad cromática, pudiendo encontrarse en tonos que van desde el blanco hasta el verdoso o incluso anaranjado, según el tipo de fruto.

2.6 Requerimientos climáticos

El melón corresponde a un cultivo hortícola de ciclo anual que presenta un hábito de crecimiento rastrero, extendiéndose sobre la superficie del suelo durante su desarrollo vegetativo. Este cultivo muestra una marcada preferencia por condiciones climáticas cálidas, donde la temperatura y la radiación solar favorecen los procesos fisiológicos asociados al crecimiento, la floración y la formación de frutos.

Este cultivo muestra un desempeño limitado en regiones con precipitaciones abundantes y baja radiación solar, ya que dichas condiciones pueden afectar negativamente procesos fisiológicos esenciales y favorecer la incidencia de enfermedades.

Para obtener una producción adecuada, se recomienda establecer el cultivo en zonas donde la temperatura ambiental se mantenga dentro de un rango aproximado de 28 a 35°C. Estas condiciones térmicas, acompañadas de una baja frecuencia de lluvias durante el ciclo del cultivo, favorecen el crecimiento de la planta y la adecuada formación de los frutos (SADER., 2022).

La humedad relativa óptima para el desarrollo de las plantas es de 65%-75%, para la floración 60%.70% y para la fructificación, 55%-65%.

La temperatura óptima para el crecimiento de la planta es de 28 a 30°C por la noche. El rango de 21 a 24°C es óptimo para la apertura de las flores que deja sus partes disponibles para la polinización. Para la cuaja de frutos se da entre los 20 a 30° C.

La luz ejerce sobre la nutrición mineral un efecto indirecto, el incremento de la iluminación produce un aumento de las reservas de carbonatadas y de la transpiración, por lo que la absorción mineral tiende a intensificarse (Quiñonez., 2020).

2.7 Tipo de suelo

En el establecimiento del cultivo de melón directamente en campo abierto, es fundamental considerar las características fisicoquímicas del suelo para garantizar un adecuado desarrollo del cultivo. Este cultivo muestra un mejor desempeño en suelos de textura franca o franco-arenosa, ya que estas condiciones favorecen una adecuada aireación y facilitan el crecimiento de sistema radicular. Asimismo,

el rango de pH óptimo para el cultivo se sitúa entre 6.0 y 7.5, intervalo en el cual la disponibilidad de nutrientes esenciales resulta más favorable para la planta.

No obstante, el melón posee cierta capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelo, siempre y cuando se mantengan condiciones adecuadas de drenaje. La presencia de un drenaje eficiente es un factor determinante debido a que el exceso de humedad o el encharcamiento pueden afectar negativamente la oxigenación de las raíces y favorecer la aparición de enfermedades radiculares. Por ello, aun cuando el cultivo pueda desarrollarse en suelo con composiciones distintas a las mencionadas, es indispensable que estos permitan una rápida evacuación del agua y mantengan un equilibrio adecuado entre humedad y aireación en la zona radicular (SADER., 2022).

2.8 Plagas del melón

Cuadro 1. Las plagas que puede presentar el melón según (Campos., 2018):

Plaga	Características generales	Daño principal en melón	Etapas afectadas	Manejo básico
Phyllophaga spp. (gallina ciega)	Coleóptero del suelo. Larvas blancas en forma de “C” que se desarrollan durante varios meses, adultos emergen en lluvias.	Las larvas dañan raíces y estructuras subterráneas, reduciendo el desarrollo y rendimiento de la planta.	Principalmente etapa vegetativa (raíces).	Prácticas culturales como rotación de cultivos, preparación adecuada del suelo y control de malezas; uso de control biológico (hongos y parasitoides) y aplicación química basada en el umbral de daño.

Aeolus sp (gusano de alambre)	Larvas alargadas, duras y de color amarillo o café, viven en el suelo por largos periodos. Adultos son escarabajos pequeños.	Se alimentan de raíces y pueden perforar estructuras subterráneas, debilitando o provocando la muerte de plántulas.	Germinación y crecimiento.	Labranza previa a la siembra, rotación de cultivos, control natural por depredadores y uso de insecticidas
Agrotis spp. (gusano cortador)	Larvas de hábitos nocturnos que se esconden en el suelo; cuerpo grisáceo y enrollable.	Cortan tallos a nivel del suelo y consumen follaje en contacto con este, afectando el establecimiento del cultivo.	Desde plántula hasta etapas tempranas de desarrollo.	Eliminación de residuos y malezas, monitoreo en los bordes del cultivo y control específico cuando se detecta la plaga.
Bemisia tabaci (mosca blanca)	Insecto chupador pequeño que habita en el envés de las hojas pasa por huevo, ninfa y adulto.	Succiona savia y transmite virus importantes como mosaicos que afectan gravemente al melón.	Desde semillero hasta floración.	Manejo integrado biológico, monitoreo constante y control químico racional para reducir transmisión de virus.
Diaphania spp. (gusano del futo / del follaje)	Lepidóptero cuyas larvas se desarrollan en hojas y frutos pupan en el suelo o entre residuos.	Las larvas consumen hojas y perforan frutos, provocando pudrición, caída y pérdida de calidad comercial.	Desde floración hasta fructificación (principalmente).	Eliminación de hospederos, rotación de cultivos trampa, control biológico (parasitoides y depredadores) y uso de insectos cuando sea necesario.
Aphis gossypii (pulgón del melón)	Insecto chupador que forma colonias en hojas y brotes puede reproducirse rápidamente en climas cálidos.	Extrae savia, causa deformaciones, debilita y produce mielecilla; además transmite virus.	Principalmente en etapas vegetativas y condiciones secas.	Eliminación de malezas hospederas, uso de barreras vivas, rotación de cultivos, conservación de enemigos

Liriomyza sp. (minador de la hoja)	Mosca pequeña; larvas viven dentro de la hoja formando galerías.	Reduce fotosíntesis al formar minas, causa debilitamiento y puede afectar calidad del fruto en infestaciones altas.	Desde desarrollo inicial hasta fructificación.	naturales y control químico racional. Control de malezas, manejo de residuos, uso de trampas, conservación de parasitoides y aplicación de insecticidas en altas poblaciones.
Frankliniella williamsi (trips)	Insecto pequeño, alargado, que se alimenta de savia en tejidos tiernos.	Provoca deformaciones, decoloración y debilitamiento del crecimiento; en ataques severos reduce el rendimiento.	Durante el crecimiento vegetativo.	Siembra oportuna, asociaciones de cultivos, control biológico (depredadores) y uso ilimitado de insecticidas.

2.9 Enfermedades del melón

Las enfermedades representan uno de los principales factores limitantes en la producción del cultivo del melón, ya que pueden afectar tanto el desarrollo vegetativo de la planta como la calidad del fruto, reduciendo significativamente los rendimientos y la aceptación comercial del producto final. Estas problemáticas fitopatológicas suelen estar asociadas a un manejo agronómico inadecuado dentro del sistema de producción. De acuerdo con (Vargas B. A., 2022), las principales enfermedades son:

Cuadro 2. Principales enfermedades del cultivo del melón (*Cucumis melo* L.).

Enfermedad	Agente causal	Síntomas y daños	Medidas básicas de control
Damping-off	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium spp.</i> y <i>Fusarium spp.</i>	Pudrición de raíces y tallos en plántulas, colapso y muerte de plantas jóvenes.	Uso de semilla sana, suelos estériles, buen drenaje y aplicación de fungicidas cuando sea necesario.
Antracnosis	<i>Colletotrichum lagenarium</i>	Manchas acuosas y lesiones oscuras en hojas, tallos y frutos; marchitez y pudriciones.	Rotación de cultivos, uso de semilla libre de patógenos y aplicación preventiva de fungicidas.
Cenicilla polvorienta	<i>Erysiphe cichoracearum</i> y <i>Sphaerotheca fuliginea</i>	Presencia de polvo blanco en hojas y tallos, amarillamiento y defoliación.	Uso de variables tolerantes y aplicaciones preventivas de fungicidas.
Mancha foliar	<i>Alternaria cucumeria</i>	Manchas necróticas con anillos concéntricos en hojas, amarillamiento y muerte foliar.	Rotación de cultivos, eliminación de residuos infectados y control químico.
Marchitez por Fusarium	<i>Fusarium oxysporum</i>	Amarillamiento, marchitez vascular y muerte de plantas.	Uso de variedades resistentes y manejo adecuado del suelo y fertilización.
Mancha bacteriana	<i>Pseudomonas syringae pv. lachrymans</i>	Lesiones hundidas y acuosas en frutos; pudriciones secundarias.	Manejo cuidadoso de frutos y descarte de frutos infectados.
Pudrición blanda bacteriana	<i>Erwinia carotovora subsp. carotovora</i>	Pudrición acuosa y ablandamiento de frutos en postcosecha.	Evitar daños mecánicos y mantener adecuada refrigeración.
Marchitez bacteriana	<i>Erwinia tracheiphila</i>	Marchitez rápida, necrosis y muerte de plantas.	Control de insecto vectores y prácticas sanitarias.

2.10 Vermicompost

El vermicompostaje puede considerarse una técnica biológica eficiente para el aprovechamiento de residuos orgánicos, en la que intervienen lombrices especializadas que favorecen su degradación y transformación en un punto estabilizado de alto valor. Este método presenta diferencias notables frente a otros sistemas de tratamiento de materia orgánica, principalmente en cuanto a las condiciones en que ocurre y la naturaleza del producto obtenido. A diferencia de otros procesos, el vermicompost donde tanto las lombrices como los microorganismos asociados mantienen una actividad constante dentro de un rango térmico específico generado en el propio sustrato. Estas condiciones permiten una transformación continua del material, sin requerir fases de las altas temperaturas.

Uno de los aspectos más relevantes de este proceso es la acción directa de las lombrices sobre los residuos, ya que al ingerirlos se desencadenan cambios complejos que modifican su estructura y composición. Como resultado, se obtiene un material con características particulares, entre las que destacan su riqueza biológica y la presencia de sustancias que favorecen el desarrollo vegetal. Además, el producto final presenta cualidades que pueden contribuir a la protección de los cultivos frente a ciertos organismos perjudiciales, lo que amplía sus beneficios dentro de los sistemas agrícolas. En conjunto, este proceso representa una alternativa eficaz para transformar desechos orgánicos en un recurso útil, mediante la acción conjunta de organismos vivos que optimizan su calidad y funcionalidad, (Adhikary., 2012).

Diversos estudios realizados a nivel internacional han demostrado que este material presenta, en términos generales, una composición nutricional más completa y biodisponible que la del compost convencional, lo que incrementa su valor como enmienda orgánica. Desde una perspectiva agronómica, la aplicación de vermicompost incide de manera positiva en la fertilidad del suelo, abarcando sus dimensiones física, química y biológica.

En el aspecto físico, se observa una mejora significativa en la estructura del suelo, evidenciada por un aumento en la porosidad y la aireación, así como una disminución de la densidad aparente. Estas modificaciones favorecen la infiltración y retención del agua, optimizando las condiciones para el desarrollo radicular. En cuanto a las propiedades químicas, el vermicompost contribuye a la regulación del pH y de la conductividad eléctrica, además de incrementar el contenido de materia orgánica y nutrientes esenciales en formas asimilables por las plantas. Estos cambios repercuten directamente en la disponibilidad de nutrientes y en la eficiencia de su absorción. Finalmente, desde el punto de vista biológico, el vermicompost promueve la actividad microbiana benéfica del suelo, lo que fortalece los procesos de mineralización y ciclado de nutrientes.

En conjunto, estas mejoras se traducen en un aumento del rendimiento y la calidad de los cultivos, posicionando al vermicompostaje como una alternativa sostenible y eficiente para gestión de residuos orgánicos y la mejora de sistemas productivos agrícolas, (Wu., 2015).

El vermicompost es un material orgánico estabilizado cuya composición está denominada por elementos básicos como carbono, hidrógeno y oxígeno, además

de incorporar una amplia variedad de nutrientes esenciales para las plantas, entre ellos nitrógeno, fósforo, calcio, potasio, magnesio y azufre, así como diversos micronutrientes. Estos componentes, en conjunto, pueden generar efectos comparables a los obtenidos mediante la aplicación de fertilizantes de origen inorgánico, particularmente en lo que respecta al crecimiento y productividad vegetal.

Por otra parte, este tipo de enmienda se distingue por su elevado contenido de sustancias húmicas las cuales desempeñan un papel clave al proporcionar múltiples sitios activos para reacciones químicas dentro del suelo, favoreciendo la disponibilidad y retención de nutrientes. Asimismo, el vermicompost alberga una importante biodiversidad de microorganismo benéficos que contribuyen al desarrollo de las plantas y a la protección frente a patógenos.

Dentro de esta comunidad microbiana se incluyen bacterias, levaduras y hongos con funciones específicas en la promoción del crecimiento vegetal y en la supresión de enfermedades, mediante mecanismos biológicos y bioquímicos. A esto se suma la presencia de compuestos orgánicos como fenoles y aminoácidos, que actúan como agentes antagonistas frente a organismos nocivos, reforzando así las propiedades protectoras del vermicompost en los sistemas agrícolas (Olle., 2019).

2.11 Historia y bases microbiológicas del vermicompostaje

La lombricultura, como practica orientada al aprovechamiento de residuos orgánicos, comenzó a consolidarse a mediados del siglo XX, no obstante, existen antecedentes desde la década de 1930 que ya señalaban los beneficios del uso de lombrices en la degradación de desechos. Posteriormente, hacia los años cuarenta,

se desarrollaron en Estados Unidos sistemas de producción intensiva de la lombriz roja Californiana, con el objetivo específico de generar vermicompost a mayor escala. Mas adelante, durante la década de 1970, el vermicompostaje adquirió un enfoque más formal, sustentado en bases científicas y tecnológicas que permitieron su estudio y optimización.

En este periodo, países como Estados Unidos, Holanda, Inglaterra y Canadá, impulsaron investigaciones que contribuyeron al desarrollo de este sistema como una alternativa viable para el manejo de residuos orgánicos. De manera paralela, en distintos países comenzó a consolidar una perspectiva comercial en torno a este proceso, con la anticipación de empresas dedicadas al tratamiento de residuos orgánicos. Estas organizaciones, ubicadas en naciones como Inglaterra, Francia, Holanda, Alemania, Estados Unidos e Italia, han promovido el aprovechamiento de diversos sustratos orgánicos para la producción de vermicompost, posicionándolos como un insumo con valor económico dentro del sector agrícola y ambiental (Canepa., 2017).

Durante el vermicompostaje interviene una amplia diversidad de microorganismos, principalmente bacterias y hongos de tipo mesófilo, los cuales desempeñan un papel esencial en la degradación, transformación y estabilización de la materia orgánica. Asimismo, existe una relación estrecha entre las lombrices y estos microorganismos, ya que ambos participan de manera conjunta en el proceso; por un lado, los microorganismos forman parte importante de la alimentación de las lombrices (Vargas R. N., 2015).

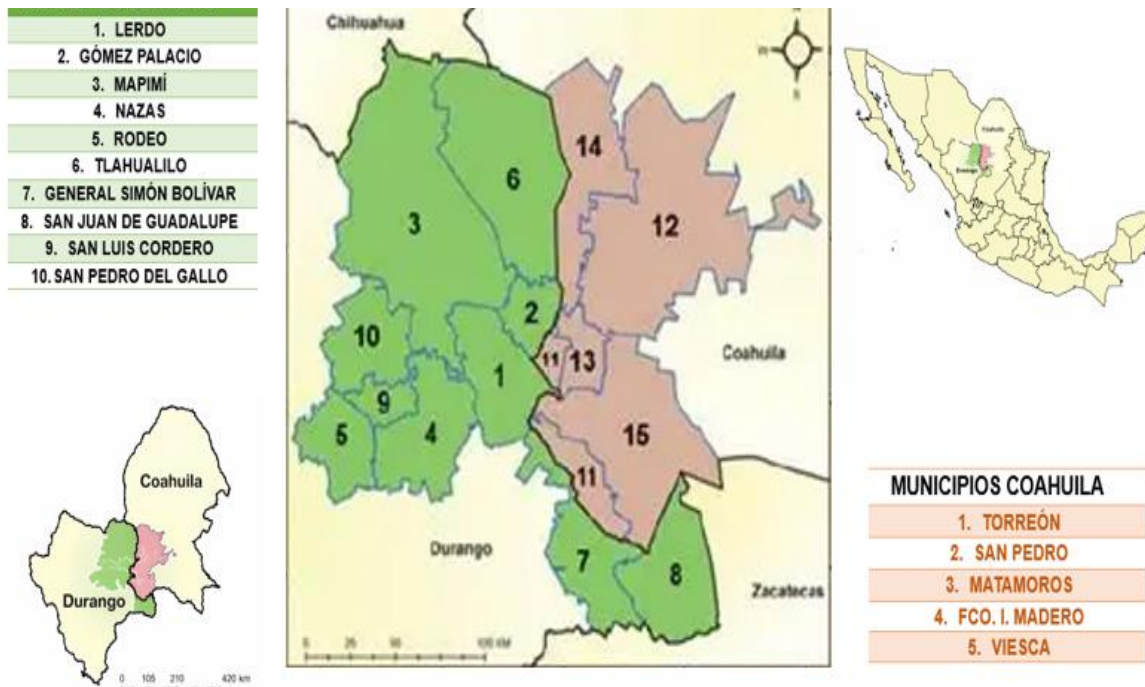
Una de las principales ventajas radica en la diversidad de microorganismos presentes en el producto final. La composición microbiana cambia conforme avanza el producto de transformación; durante las primeras semanas predominan bacterias de filo *Spirochaetota*, mientras que, en etapas más avanzadas, cuando el vermicompost alcanza su madurez (alrededor de tres meses) se observa mayor presencia de *Bacteroidetes*, *Proteobacteria* y *Firmicutes*. Algunas de estas bacterias participan en la síntesis de compuestos que estimulan el crecimiento vegetal. En cuanto al microbiota fúngico, los géneros más frecuentes asociados al vermicompost incluyen *Penicillium*, *Aspergillus*, *Phoma* y *Piriformospora* (Parra., 2023).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica de la comarca lagunera.

El sitio de estudio se localiza dentro de las coordenadas geográficas 24° 22' de latitud y 102° 22' de longitud oeste, con una altitud de 1120 metros sobre el nivel del mar. Estos datos permiten establecer con precisión la ubicación espacial del área dentro del sistema de referencia geográfica, facilitando su identificación y delimitación en el contexto del estudio. Asimismo, la altitud señalada constituye un elemento relevante para la caracterización del sitio, al formar parte de los factores físicos que definen las condiciones generales del área de investigación (Pérez., 2016).

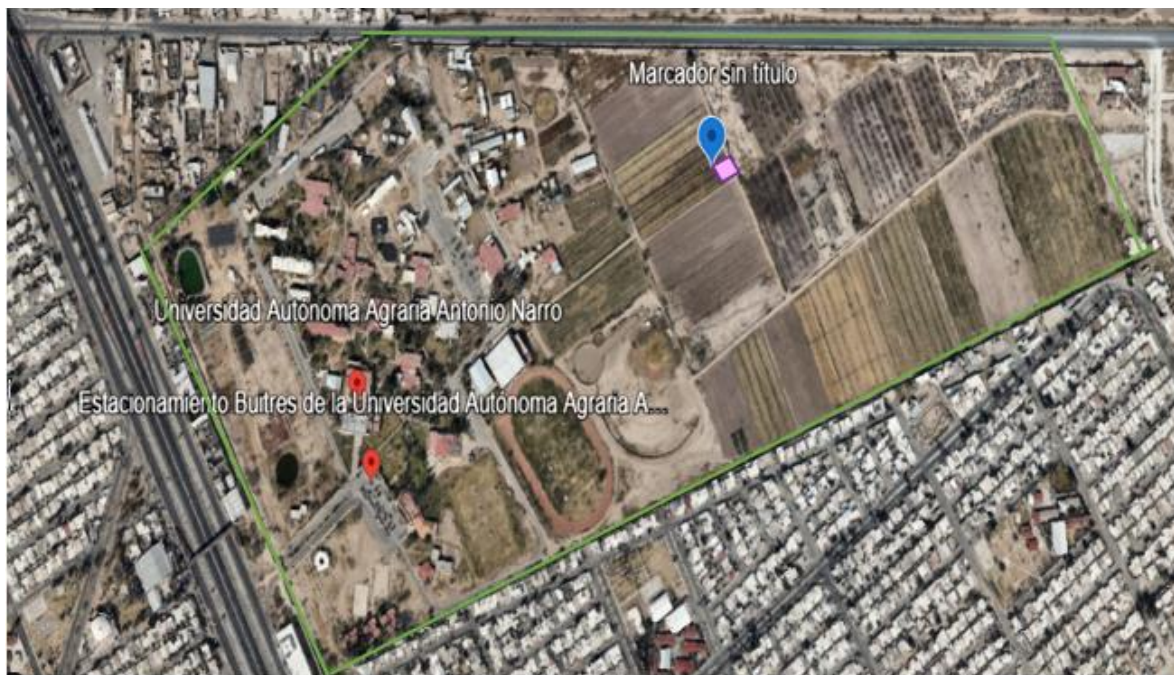
Figura 1. Municipios que conforman la Región Lagunera.



3.2 Localización del área experimental

El experimento se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en la ciudad Torreón, Coahuila, en las coordenadas geográficas 25°33'24.44" N y 103°22'11.48" O, en un área destinada a la realización de actividades académicas y de investigación, la cual cuenta con las condiciones adecuadas para la ejecución del presente trabajo.

Figura 2. Localización geográfica del área experimental.



3.3 Análisis del suelo

El suelo analizado presenta una textura franco arcillosa, lo cual influye directamente en su capacidad para retener agua y nutrientes. En relación con sus propiedades químicas tiene una reacción ligeramente alcalina, con un pH de 8.22, valor que se ubica dentro del intervalo de referencia (5.0-8.5) y permite clasificarlo como medianamente alcalino. En cuanto a la conductividad eléctrica, se obtuvo un

valor de 1.612 dS/m, lo cual indica una condición de salinidad ligera a moderada. Que podría representar una limitante parcial para el desarrollo de ciertos cultivos sensibles. Por otra parte, la Relación de Absorción de Sodio (RAS) registró un valor de 1.51 (mmol/L)^{1/2}, situándose por debajo del umbral de 9.0, lo que corresponde a un nivel bajo de sodicidad. En este sentido, no se prevén efectos adversos significativos asociados al sodio intercambiable en la estructura del suelo ni en la disponibilidad de agua para las plantas, (Cuadro 1).

Tabla 1. Resultados del análisis del suelo

Parámetros	Resultados	Interpretación	Rango
Materia Orgánica (MO, %):	1.95	Medio	3.0-6.0
Nitrógeno (N-No3, ppm):	15.56	Mod bajo	6.7-55.7
Fósforo disponible (P, ppm):	24.36	Mod alto	4.0-50.0
Potasio extraíble (K, ppm):	904	Alto	100-1500
Calcio extraíble (Ca, ppm):	12188	Exceso	500-8000
Magnesio extraíble (Mg, ppm):	267	Medio	50-2000
Cobre (Cu, ppm):	1.19	Medio	0.20-5.0
Hierro (Fe, ppm):	11.80	Medio	3.0-60.0
Zinc (Zn, ppm):	3.00	Mod alto	0.30-10.0
Manganeso (Mn; ppm):	19.89	Mod alto	2.00-80.0
Azufre (S, ppm):	65.01	Exceso	3.00-25.0

Boro (B, ppm):	2.34	Alto	0.30-5.00
----------------	------	------	-----------

3.4 Labores culturales

Las labores realizadas durante el establecimiento del cultivo se llevaron a cabo de manera ordenada y conforme a las necesidades agronómicas del terreno, con el objetivo de generar condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo.

Inicialmente, se efectuó el barbecho, el cual consistió en una labor profunda del suelo destinada a romper capas compactadas, mejorar la aireación y facilitar la infiltración del agua. Esta práctica permitió, además la incorporación de residuos orgánicos presente en la superficie, contribuyendo a la mejora de la estructura del suelo y favoreciendo la actividad microbiológica.

Posteriormente, se realizó el emparejamiento del terreno, con la finalidad de nivelar la superficie y evitar irregularidades que pudieran afectar la distribución uniforme del agua de riego. Esta labor es fundamental para garantizar una adecuada eficiencia en el uso del agua, así como para prevenir encharcamientos o zonas con déficit hídrico dentro del área de cultivo.

Una vez acondicionado el terreno, se procedió al establecimiento de camas de siembra, las cuales permitieron delimitar el área experimental, mejorar el drenaje y facilitar las labores de manejo agronómico. Las camas fueron diseñadas considerando las condiciones del suelo y las necesidades específicas del cultivo, asegurando así un adecuado desarrollo radicular.

Consecutivamente, se llevó a cabo la instalación del sistema de riego por goteo, utilizando cintilla con calibre 5000. Esta presentaba goteros espaciados a una distancia de 25 cm entre sí, con un gasto de 2 litros hr^{-1} por gotero. Este sistema permitió una aplicación eficiente y uniforme del agua directamente en la zona radicular de las plantas, optimizando el uso del recurso hídrico y reduciendo pérdidas por evaporación y escurrimiento superficial.

Finalmente, se colocó acolchado plástico con un ancho de dos metros sobre las camas de cultivo. Esta práctica tuvo como finalidad conservar la humedad del suelo, reducir la emergencia de malezas, regular la temperatura en la zona radicular y mejorar las condiciones generales para el desarrollo del cultivo.

En conjunto estas labores culturales permitieron establecer un sistema de producción eficiente, proporcionando condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo del cultivo, así como para la optimización de los recursos utilizados.

3.5 Calendario de riego

El suministro de agua en el cultivo se realizó mediante un sistema de riego localizado por goteo, utilizando cintilla, tecnología que permitió distribuir el recurso hídrico de manera uniforme y directamente en la zona de desarrollo radicular de las plantas. Este método de irrigación favoreció un aprovechamiento más eficiente del agua, disminuyendo pérdidas ocasionados por evaporación superficial y optimizando la disponibilidad de humedad en el suelo para el cultivo.

El manejo del riego se efectuó considerando los requerimientos hídricos correspondientes a cada etapa fenológica del melón. Durante las fases de

establecimiento y fructificación se realizaron aplicaciones de agua con mayor frecuencia, debido a la elevada demanda fisiológica del cultivo en dichos periodos. Posteriormente, en la etapa de maduración de los frutos, la frecuencia de riego fue disminuida gradualmente con la finalidad de favorecer la calidad del fruto y mantener condiciones adecuadas para su desarrollo.

En términos generales, el uso de cintilla por goteo permitió un manejo hídrico más preciso y controlado dentro del sistema de producción, contribuyendo al adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo, así como una mayor eficiencia en el uso del agua durante el ciclo agrícola.

A partir del 10 de abril los riegos fueron aplicados lunes, miércoles y viernes de cada semana con un gasto de 2 litros por segundo por gotero con un tiempo de duración de riego de dos horas lunes y miércoles, el viernes de tres horas.

3.6 Material vegetal

La variedad del melón *Cruiser* (figura 3) se caracteriza por producir frutos de tamaño grande, con forma redonda a ligeramente ovalada y una cascara con reticulado bien definido. La pulpa presenta una coloración naranja y textura firme, característica que favorecen su resistencia durante el manejo postcosecha y el transporte. En relación con la calidad interna del fruto, esta variedad posee un contenido de sólidos solubles de nivel medio-alto, atributo que contribuye significativamente a su aceptación comercial y preferencia en el mercado (Jimenez., 2018).

La selección de la variedad para el estudio se realizó debido a su adecuada adaptación a las condiciones agroclimáticas de la Comarca Lagunera, particularmente en suelos de textura franco-arenosa y ambientes cálidos con baja precipitación. Asimismo, presenta un buen comportamiento agronómico frente a enfermedades comunes del cultivo, aunque bajo condiciones favorables puede mostrar susceptibilidad a la cenicilla. Además, cuenta con un ciclo vegetativo intermedio de aproximadamente 80 a 90 días, lo que la convierte en una alternativa viable para las condiciones de producción de la región, manteniendo al mismo tiempo excelente calidad y aceptación comercial de sus frutos.

Figura 3. Melón variedad *Cruiser*.



3.7 Siembra

El cultivo establecido correspondió al melón “*Cruiser*” (*Cucumis melo* L.), perteneciente al grupo de los melones tipo Western Shipper, ampliamente utilizado en la producción comercial debido a su adaptabilidad, rendimiento y calidad del fruto. Este cultivar se caracteriza por presentar plantas vigorosas, con un desarrollo vegetativo robusto que favorece un adecuado establecimiento y cobertura del suelo.

La siembra se llevó a cabo el jueves 10 de abril de 2025, considerando las condiciones climáticas y agronómicas adecuadas para el establecimiento del cultivo en la región. Esta fecha permitió sincronizar el desarrollo fenológico del cultivo con temperaturas favorables, promoviendo una germinación uniforme y un adecuado crecimiento inicial de las plantas.

Figura 4. Siembra del melón.



3.8 Tratamientos

Los tratamientos considerados en este estudio se basaron en la implementación de distintos esquemas de fertilización, los cuales incluyeron la aplicación de vermicompost en combinación con fertilizantes de origen inorgánico. Dichos esquemas fueron diseñados con el propósito de satisfacer los requerimientos nutrimentales del cultivo de melón, con énfasis en el aporte de nitrógeno como elemento esencial para su desarrollo. La dosis total de fertilización aplicada correspondió a 170-80-00 (N-P-K), cubriendo el 100% de las necesidades estimadas del cultivo. Esta fertilización se realizó en una sola etapa previa a la siembra, sin efectuarse aplicaciones complementarias durante el transcurso del

ciclo del cultivo, por lo que constituyó la única fuente de nutrientes suministrada desde el establecimiento hasta la cosecha. En el tratamiento correspondiente al 100% de fertilización química se utilizó fertilizante granulado YaraMila® de liberación lenta aplicado a una dosis de 809 Kg ha⁻¹. Por otra parte, el tratamiento correspondiente al 100% de fertilización orgánica se aplicó vermicompost a una dosis de 205 t ha⁻¹, incorporada al suelo antes de la siembra como fuente principal de nutrientes para el cultivo.

Tabla 2. Proporciones aportadas por el vermicompost y la fertilización inorgánica para alcanzar la cobertura total de los requerimientos nutrimentales del cultivo.

TRATAMIENTOS	QUÍMICO	ORGÁNICO
T1	0	100
T2	25	75
T3	50	50
T4	75	25
T5	100	0

3.9 Modelo estadístico y diseño experimental

Se estableció un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), conformado por los diferentes tratamientos con aplicación de vermicompost y cinco repeticiones por tratamientos. Este diseño experimental fue seleccionado debido a la homogeneidad de las condiciones del área de estudio, lo que permitió reducir la variabilidad experimental entre unidades experimentales y asegurar una distribución aleatoria de los tratamientos.

La aplicación de la dosis de vermicompost se realizó de manera independiente en cada unidad experimental, con el propósito de evaluar su efecto sobre las variables agronómicas y fisiológicas analizadas durante el desarrollo del experimento. Asimismo, el empleo de DBCA facilitó el manejo experimental, así como el análisis estadístico de los datos obtenidos, permitiendo una comparación objetiva entre tratamientos.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$$I = 1, 2, 3 \dots, a$$

$$J = 1, 2, 3, \dots, b$$

μ = Media general

α_i = Efecto del tratamiento i

β_j = Efecto del bloque j

ε_{ij} = Efecto aleatorio debido a la observación ij

3.10 Parcela experimental

Cada unidad experimental conto con una longitud total de 4.0 m. Con el fin de obtener datos más representativos y reducir posibles efectos de borde dentro de las parcelas, se delimitó una sección central destinada específicamente al muestreo y evaluación de las variables estudiadas. Está área útil, correspondiente a 4 m por parcela, fue utilizada para la recolección de información experimental, permitiendo

realizar las mediciones bajo condiciones más homogéneas y garantizando una mayor precisión en los resultados obtenidos.

El experimento se estableció bajo un diseño al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, distribuidos aleatoriamente dentro de cada bloque (Figura 5). Entre cada tratamiento se dejó una separación de 2m para evitar interferencias entre unidades experimentales y facilitar las labores de manejo y evaluación. Asimismo, se establecieron planta de borde al inicio y al final de cada parcela con el propósito de minimizar el efecto orilla, de manera que las mediciones se realizaron únicamente en la parte central de cada unidad experimental.

Figura 5. Distribución de tratamientos en campo.

NOGALERA				
Repetición	Repetición	Repetición	Repetición	Repetición
1	2	3	4	5
T1	T2	T2	T4	T3
T5	T4	T4	T3	T1
T3	T1	T3	T5	T2
T2	T5	T1	T1	T4
T4	T3	T5	T2	T5

	%	
	Vermi	Fert
TRAT 1 =	0	100
TRAT 2 =	25	75
TRAT 3 =	50	50
TRAT 4 =	75	25
TRAT 5 =	100	0

3.10.1 Disposición experimental y establecimiento del cultivo

La densidad de población se determinó con base en el espaciamiento recomendado para el cultivo de melón (*Cucumis melo. L., var. Crussier*), considerando una distancia de 0.25 m entre plantas dentro de la hilera y una separación de 2.0 m entre camas meloneras. A partir de esta distribución espacial, se calculó el número de plantas por unidad experimental mediante la relación entre la longitud de la parcela y la distancia entre plantas, obteniéndose un total de 16 plantas por tratamiento.

Las camas meloneras fueron establecidas con orientación norte-sur, con el propósito de favorecer una distribución más uniforme de la radiación solar sobre el cultivo durante el transcurso del día y disminuir posibles variaciones asociadas a la exposición lumínica. Asimismo, se mantuvo una separación de 2.0 m entre camas para facilitar las labores de manejo agronómico, tránsito del personal y operación del sistema de riego, además de minimizar el riego de transferencia entre tratamientos ocasionada por herramientas, escurrimientos o riego localizado.

Con la finalidad de reducir efectos de borde y evitar interferencias externas derivadas de aplicaciones fitosanitarias o variaciones ambientales, se consideró una fila de protección alrededor del área experimental. Finalmente, cada parcela experimental fue identificada mediante rotulación individual utilizando placas de madera, en las cuales se especificó la asignación correspondiente de tratamientos y repeticiones para un adecuado control y seguimiento experimental.

3.10.2 Señalización y registro experimental.

Cada unidad experimental fue debidamente identificada y registrada en el cuaderno de campo, tal como se muestra en la Figura 3, con la finalidad de mantener un control ordenado y sistemático del desarrollo del experimento. Para cada parcela se asignó un identificador específico que permitió diferenciar claramente los tratamientos y sus respectivas repeticiones dentro del diseño experimental. El registro incluyó información relevante relacionada con el manejo agronómico y seguimiento del cultivo, tales como fecha de siembra, tratamiento asignado, dosis exacta de vermicompost aplicada, fecha de aplicación, observaciones durante la emergencia y establecimiento de las plantas, así como incidencias fitosanitarias presentadas durante el ciclo del cultivo. De igual manera, se documentaron las fechas de riego y cualquier actividad complementaria realizada en las parcelas, con el propósito de asegurar la trazabilidad de las prácticas efectuadas y facilitar el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

3.11 Riego, manejo fitosanitario y condiciones uniformes del cultivo

El suministro de agua se llevó a cabo mediante un sistema de riego localizado por goteo, procurando mantener distribución uniforme el recurso hídrico en todas las unidades experimentales. Los emisores fueron instalados estratégicamente para garantizar que cada planta recibiera un caudal homogéneo, evitando variaciones en la disponibilidad de humedad entre parcelas y asegurando condiciones similares de desarrollo para todos los tratamientos evaluados.

Las actividades relacionadas con el manejo fitosanitario, incluyendo el control de plagas, enfermedades y malezas, se realizaron de manera uniforme en la

totalidad del experimento, con el objetivo de minimizar factores externos que pudieran interferir en la respuesta de los tratamientos. De igual manera, cualquier práctica agronómica adicional implementada durante el ciclo del cultivo fue registrada detalladamente en el cuaderno de campo, permitiendo mantener la trazabilidad de las actividades efectuadas y un adecuado seguimiento técnico del experimento.

3.12 Control de plagas

El control en el cultivo de melón se enfocó principalmente en la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), considerada una de las principales plagas por su capacidad de succión de sábilas y su papel como vector de enfermedades virales. Para su manejo, se empleó un insecticida sistémico a base de imidacloprid (Confidel 350 SC), perteneciente al grupo de los neonicotinoides, el cual actúa sobre el sistema nervioso de los insectos, provocando su parálisis y muerte.

El monitoreo poblacional de la plaga se efectuó mediante muestreos visuales semanales realizados de forma sistemática en las unidades experimentales, considerando la cuantificación de individuos adultos y estados ninfales presentes por hoja. Las evaluaciones se llevaron a cabo siguiendo los criterios técnicos establecidos dentro del manejo integrado de plagas (MIP), con la finalidad de determinar la dinámica poblacional y el nivel de incidencia del insecto en el cultivo.

La información obtenida durante los nuestros permitió identificar oportunamente incrementos en la densidad poblacional de la plaga. Una vez que los niveles registrados superaron el umbral económico de daño establecido para el cultivo, se procedió a la aplicación de un insecticida de acción sistemática como medida de

control fitosanitario, con el objetivo de disminuir la población presente y reducir posibles afectaciones en el desarrollo fisiológico y productivo de las plantas.

Las aplicaciones se realizaron mediante aspersión, utilizando una dosis de 5 mL, de producto por litro de agua, asegurando una cobertura uniforme al follaje. En total, se efectuaron cinco aplicaciones durante el ciclo del cultivo, en las siguientes fechas: 4 de mayo, 5 de junio, 14 de junio, 19 de junio y 22 de junio de 2025.

Figura 6. Equipo y agroquímico utilizado en la aplicación.



Este esquema de manejo permitió mantener bajo control las poblaciones de *Bermisia tabaci* en la parcela experimental observándose una reducción significativa en la incidencia de la plaga, lo cual contribuyó al adecuado desarrollo vegetativo del cultivo. La repetición de aplicaciones en intervalos estratégicos favoreció la eficacia del tratamiento, evitando la proliferación del insecto en etapas críticas del cultivo.

3.13 Cosecha y evaluación de rendimiento.

La cosecha del cultivo de melón se realizó dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, tomando en cuenta el estado de madurez comercial de los frutos, considerando características como el tamaño, coloración y apariencia adecuada para su comercialización. La recolección se efectuó de manera manual y por fechas de cosechas, registrando la producción obtenida en cada repetición correspondiente a los tratamientos.

Posteriormente, los frutos cosechados fueron pesados para obtener el rendimiento por tratamiento, los datos se organizaron en una hoja de cálculo para facilitar su análisis. Con la información obtenida, se realizó el cálculo de rendimiento total y promedio de cada tratamiento, expresándolo en toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$). Estos resultados permitieron comparar el comportamiento productivo de los tratamientos evaluados bajo las condiciones del área experimental.

Figura 7. Cosecha del melón.



3.14 Variables de calidad.

Con la finalidad de evaluar la respuesta del cultivo ante la aplicación de vermicompost, se analizaron parámetros relacionados con la calidad bioquímica y la productividad de los frutos después de la etapa de cosecha. Las variables determinadas correspondieron al contenido de compuestos fenólicos totales, concentración de flavonoides, actividad antioxidante mediante el ensayo DPPH y rendimiento del cultivo, permitiendo así valorar el efecto de los tratamientos sobre las características de calidad y producción.

3.14.1 Fenológicos totales.

El contenido de compuestos fenólicos (CFT) se determinó mediante una modificación del método de Folin-Ciocalteu descrito por Ainsworth y Gillespie (2007). Para ello, se tomaron 50 μ L de extracto de la muestra y se mezclaron con 3 mL de agua destilada en un tubo de ensayo. Posteriormente, se añadió 250 μ L del reactivo de Folin-Ciocalteu (Sigma-aldrich, S. Louis, MO, EE. UU.) a la mezcla.

La solución se agitó durante 10 segundos en vortex y se dejó en reposo durante 3 minutos para permitir la reacción. A continuación, se incorporaron 750 μ L de carbonato de sodio al 20% (p/v) a cada tubo, agitado nuevamente durante 10 segundos, seguido de la adicción de 950 μ L de agua destilada, volviendo a homogeneizar en vortex. Después, las muestras se mantuvieron durante 2 horas a temperatura ambiente y en condiciones de oscuridad para completar la reacción con el reactivo.

Transcurrido el tiempo de inoculación, las muestras se leyeron en un espectrofotómetro UV (Genesys 10, EE. UU.) a una absorción de 765 nm. Todos los análisis se realizaron por triplicado. La cuantificación de los compuestos fenólicos totales se realizó con base en una curva de calibración empleando ácido gálico como estándar, y los resultados se expresaron en miligramos equivalente de ácido gálico por gramo de muestra (mg AGE g^{-1}).

3.14.2 Flavonoides totales.

Se aplicó el método descrito por Baba y Malik (2015) para la determinación del contenido total de flavonoides (FVT). Para ello, se tomaron 50 μL del extracto de la muestra y se colocaron en un tubo de ensayo, al cual se le adicionó etanol hasta completar un volumen de 1 mL de solución. Posteriormente, las muestras se combinaron con 4 mL de agua destilada y 0.3 mL de una solución de NaNO_3 al 5% seguido de la incorporación con 4 mL de agua destilada y 0.3 mL de AlCl_3 al 10%. Luego, las muestras se mantuvieron en incubación durante 5 minutos. Transcurrido este tiempo, se añadieron 2 mL de NaOH al 1M y se llevó al volumen final a 10 mL con agua bidestilada. La mezcla resultante se dejó reaccionar durante 15 minutos.

La cuantificación de flavonoides se efectuó mediante espectrofotometría a 510 nm de absorbancia. El contenido total flavonoide se expresó, como miligramos de equivalente de quercetina por gramo de muestra (mg QE g^{-1}). Todos los análisis se realizaron por triplicado.

3.14.3 Actividad antioxidante total por DPPH

La actividad antioxidante se evaluó mediante el ensayo in vitro DPPH+ (2,2-difenil-1-picrihidrazilo), de acuerdo con Brand y Bersert (1995). Para esto, se preparó una solución de DPPH + (Aldrich, St. Lois, Missouri, EE.UU.) disuelta en etanol, ajustando absorbancia a $1\ 100 \pm 0.010$ a una longitud de onda de 515 nm.

Para la determinación de la capacidad antioxidante, se combinaron 50 μ L del extracto de la muestra con 1 950 μ L de la solución de DPPH + previamente ajustada. La mezcla se dejó reaccionar durante 30 minutos, tras lo cual se midió la absorbancia a 515nm utilizando un espectrofotómetro UV (Genesys 10). Total, las lecturas se realizaron por triplicado, empleando etanol como blanco.

Asimismo, se elaboró una curva de calibración utilizando Trolox (Aldrich, St. Lois, Missouri, EE. UU.), y los resultados se expresaron como capacidad antioxidante en micromoles equivalentes de Trolox por gramo de muestra (μ M Trolox g^{-1}).

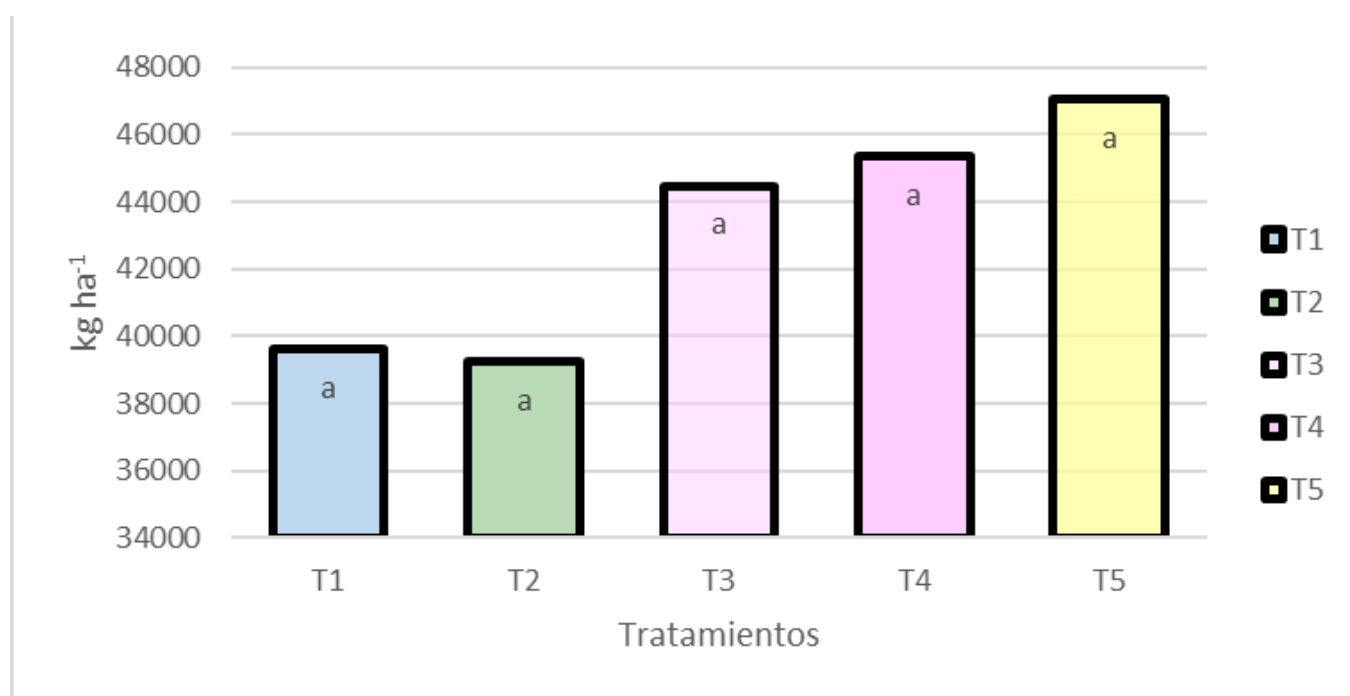
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, con el propósito de evaluar el efecto de diferentes tratamientos de fertilización sobre el rendimiento y la calidad nutracéutica del cultivo del melón (*Cucumis melo L.*). Los resultados se discuten considerando la respuesta observada en cada tratamiento y se comparan con hallazgos reportados en investigaciones previas, con el fin de interpretar el comportamiento de las variables evaluadas y determinar la influencia de la vermicompost sobre la productividad y la calidad del fruto.

4.1 Rendimiento

Los resultados del rendimiento del cultivo de melón se presentan en la figura 8. Numéricamente el tratamiento 5 registro el mayor rendimiento con 47, 060.2 Kg ha⁻¹, seguido por T4 con 45,361.7. Kg ha⁻¹ y T3 con 44, 473.7 Kg ha⁻¹. Por otra parte, los T2 y T1 mostraron rendimientos menos de 39, 270.4 y 39,610.1 Kg ha⁻¹.

Figura 8. Efecto de los tratamientos evaluados sobre el rendimiento del cultivo de melón.



A pesar de las diferencias observadas en los valores promedio, el análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre tratamientos, ya que todos fueron agrupados con la misma literal “a”. Estos resultados indican que los distintos tratamientos de fertilización evaluados tuvieron un comportamiento similar en términos de rendimiento, sugiriendo que ninguno de los tratamientos ejerció un

efecto estadísticamente superior sobre esta variable bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento.

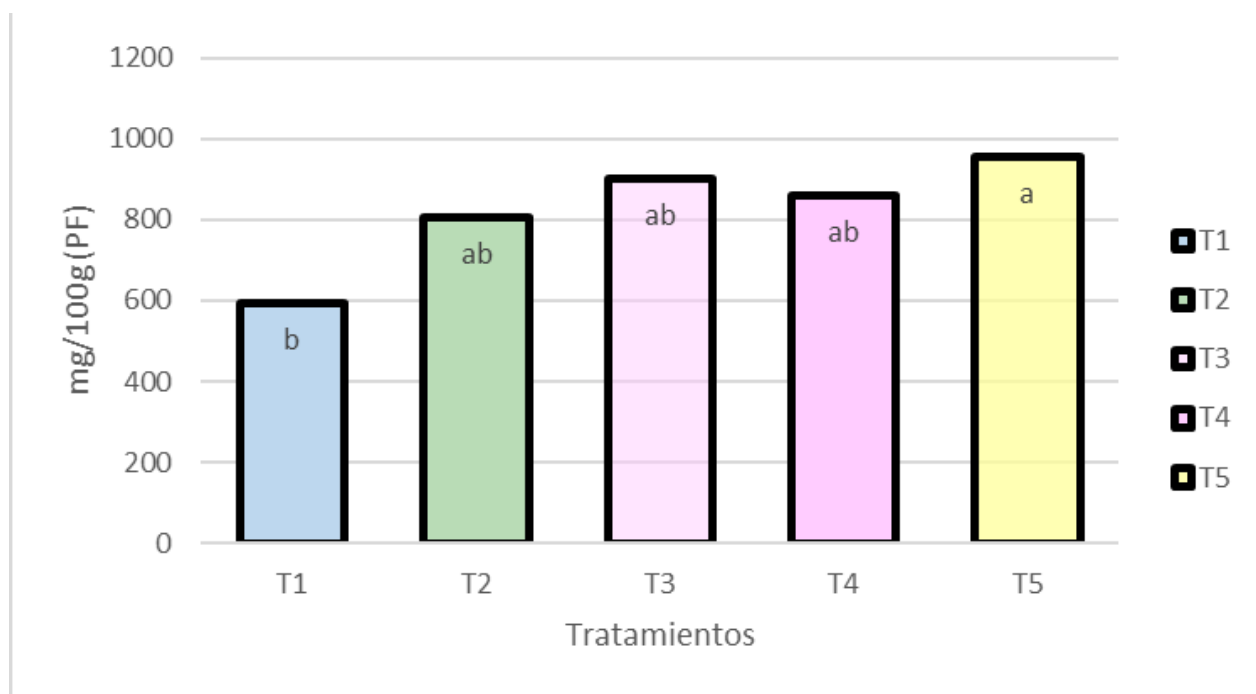
Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con lo dicho por (Alejandro Moreno Reséndez, 2023), ya que señalaron que la aplicación de vermicompost como fuente nutritiva en melón permite mantener niveles adecuados de productividad, comparables a los obtenidos con otros esquemas de fertilización.

De manera contraria (Lino García-Gutiérrez., 2014), encontraron que la incorporación de vermicompost favoreció el rendimiento y diversas características productivas del cultivo de melón, atribuyendo estos efectos a una mejora en la disponibilidad de nutrimentos y en las condiciones del crecimiento. En este contexto, la ausencia de diferencias significativas observadas en el presente estudio sugiere que los distintos tratamientos evaluados fueron capaces de satisfacer los requerimientos nutrimentales del cultivo, permitiendo alcanzar rendimientos similares bajo condiciones experimentales en que se desarrolló la investigación.

4.2 Fenoles

Los compuestos fenólicos componen uno de los principales grupos de metabólicos secundarios presentes en variedad de frutos y hortalizas, y se le adquirieron propiedades antioxidantes debido a su capacidad para neutralizar radicales libres y a la protección frente al estrés oxidativo.

Figura 9. Contenido de compuestos fenólicos totales en frutos de melón bajo diferentes tratamientos de fertilización y vermicompost.



El contenido de fenoles totales presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, con valores comprendidos entre 595.65 mg 100g⁻¹PF y 954.65 mg 100g⁻¹ PF (Figura 9). El tratamiento 5 dio la concentración más alta de fenoles totales (954.65 mg 100g⁻¹ PF, mientras que T1 mostro el valor más bajo (595.65 mg 100g⁻¹PF.

De acuerdo a la comparación de medias T5 se ubicó en el grupo estadístico “a”, en tanto que T1 perteneció al grupo “b”, indicando diferencias estadísticas entre ambos tratamientos. En este contexto, la mayor concentración de fenoles observada en el T5 podría indicar incremento en la actividad antioxidante del fruto, lo que se relaciona con una mejora en la actividad nutracéutica.

Lo anterior coincide con lo señalado por (Pablo Preciado-Rangel., 2015), quienes indican que un mayor contenido fenólico suele relacionarse con una mayor actividad antioxidante y, por consiguiente, con un mayor potencial funcional de los productos vegetales. Por ello, los resultados obtenidos sugieren que la inclusión de vermicompost dentro del programa de fertilización puede representar una estrategia efectiva para mejorar la calidad nutracéutica de melón.

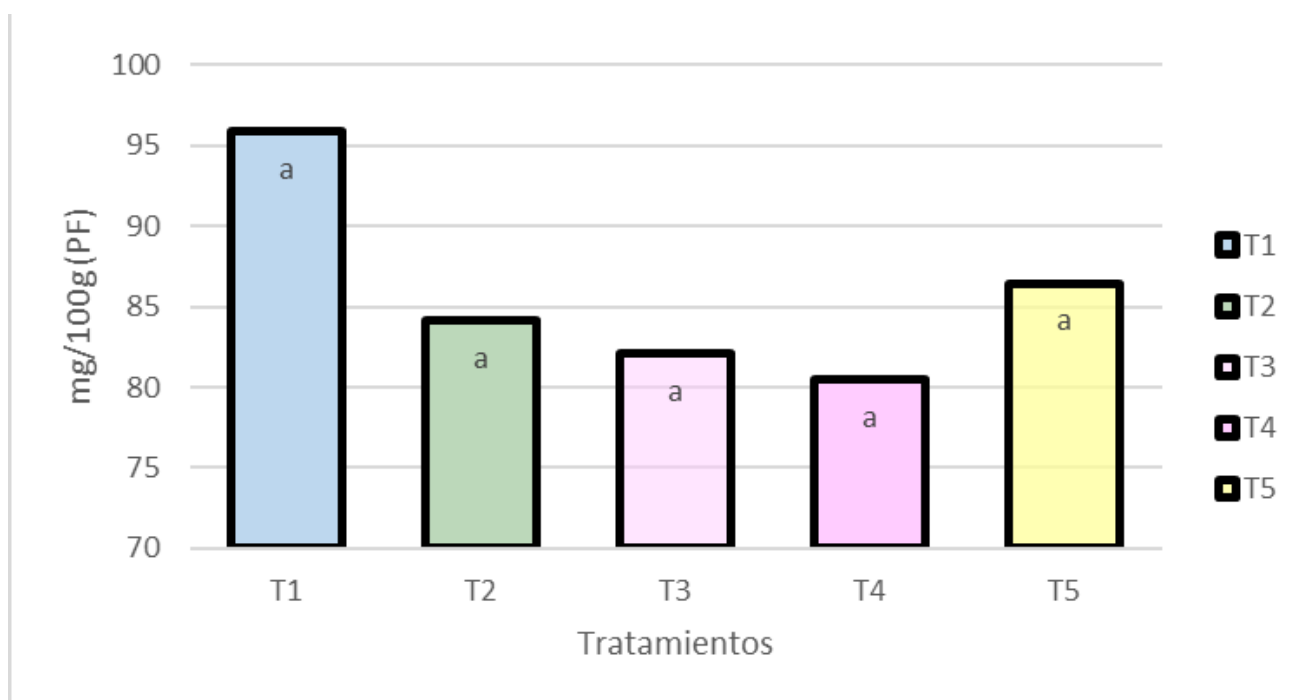
Los resultados obtenidos son consistentes con los reportados por (Karla Marlen García-Villela., 2020), quienes estudiaron el efecto de distintas soluciones nutritivas de origen ecológico elaboradas a partir de compost y vermicompost en el cultivo de melón. Los autores señalaron que la aplicación de lixiviados de vermicompost favoreció el incremento de la capacidad antioxidante y la acumulación de compuestos fenológicos en los frutos. Este efecto podría estar relacionado con la presencia de sustancias húmicas, microorganismos benéficos y diversos compuestos orgánicos bioactivos contenidos en la vermicompost, los cuales pueden estimular procesos metabólicos asociados con la producción de metabolitos secundarios.

4.3 Flavonoides

De manera numérica, el T1 registró el valor más alto con 95.91 unidades, seguido por T5 (86.45), T2 (84.15), T3 (82.08) y T4 (80.50). Sin embargo, el análisis estadístico mostró que todos los tratamientos pertenecieron al mismo grupo de comparación (figura 10), lo que indica la ausencia de diferencias estadísticas entre ellos. Estos resultados sugieren que los distintos tratamientos de fertilización evaluados no ejercieron un efecto estadísticamente detectable sobre la

concentración de flavonoides en los frutos, aunque se observaron diferencias numéricas entre los tratamientos.

Figura 10. Contenido de Flavonoides en los frutos del melón sometidos a los diferentes tratamientos de fertilización.



La ausencia de estadísticas en el contenido de flavonoides entre los tratamientos podría estar relacionada con la naturaleza propia de estos compuestos, cuya acumulación depende de múltiples factores fisiológicos y bioquímicos de la planta.

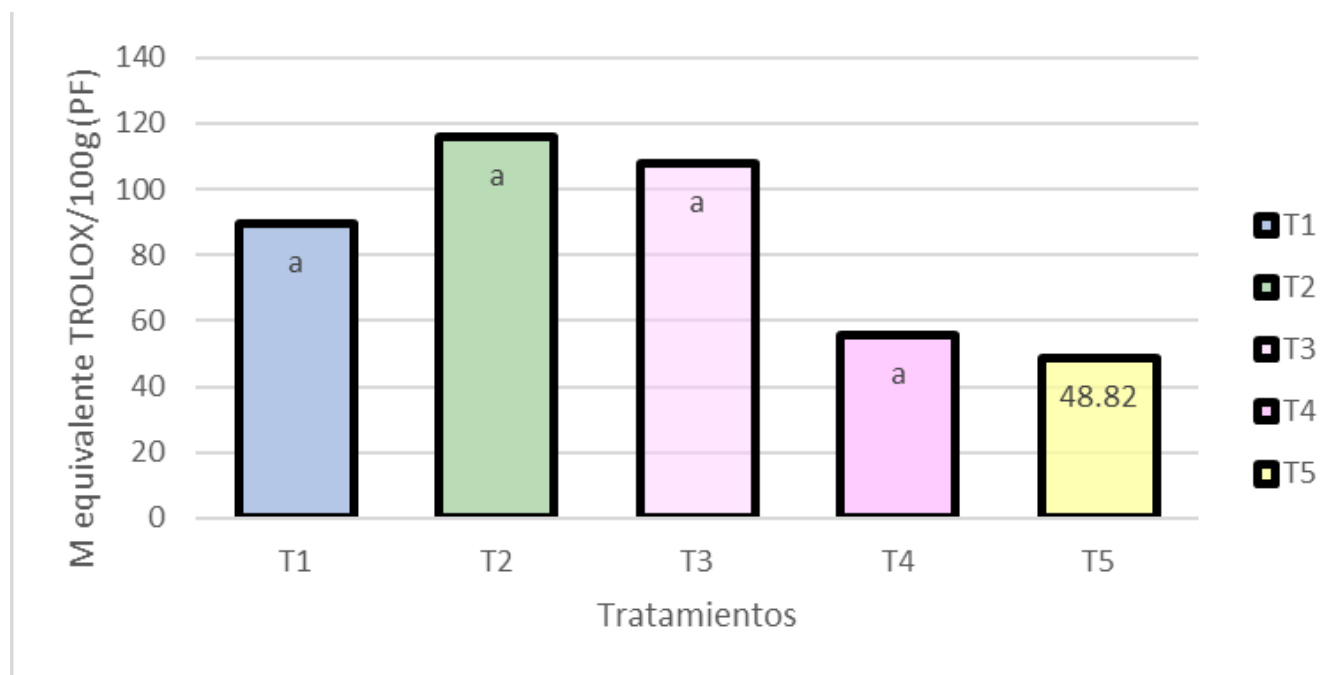
De acuerdo con (Yaakov Tadmor., 2010), la concentración de flavonoides en los frutos de melón está influenciada en gran medida por características inherentes al genotipo, lo que puede limitar la respuesta a modificaciones en el manejo agronómico.

De manera similar, (Aiai Zhang., 2021) señalaron que la biosíntesis de flavonoides está controlada por diversas rutas metabólicas que interactúan con factores ambientales y del desarrollo del fruto. En consecuencia, aunque se observaron variaciones numéricas entre tratamientos, estas diferencias no fueron suficientes para generar una respuesta estadísticamente significativa, sugiriendo que la fertilización aplicada tuvo una influencia limitada sobre la acumulación de flavonoides en las condiciones del presente estudio.

4.4 Capacidad de antioxidante por DDPH

La actividad antioxidante determinada mediante el método DDPH no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Aunque numéricamente el T2 registró el valor más alto (115.79), seguido por T3 (107.67), T1(89.34), T4 (55.65) y T5 (48.82), todos los tratamientos fueron agrupadas en la misma categoría estadística (figura 11). Estos resultados indican que los diferentes tratamientos de fertilización no modificaron significativamente la capacidad antioxidante de los frutos de melón, aun cuando se observaron variaciones numéricas entre los tratamientos. La similitud estadística sugiere que la actividad antioxidante permaneció estable independientemente del tratamiento aplicado.

Figura 11. Actividad antioxidante de frutos de melón evaluada mediante el ensayo DPPH bajo distintos tratamientos de fertilización y vermicompost



Estos resultados coinciden con lo reportado por (Manuel Fortis-Hernández., 2015), quienes señalaron que la respuesta de los compuestos antioxidantes en frutos de melón puede ser influenciada por diversos factores fisiológicos y ambientales, por lo que las modificaciones en la fertilización no siempre generan cambios estadísticamente destacables.

La ausencia de diferencias significativas coincide parcialmente con lo reportado por (Tatyana BILEVA., 2020), quienes evaluaron el efecto de la fertilización orgánica sobre las características nutricionales y la capacidad antioxidante de diferentes variedades de melón. Los autores encontraron variaciones en la capacidad antioxidante entre variedades y tratamientos de fertilización; sin embargo, destacaron que la respuesta antioxidante estuvo estrechamente relacionada con el contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y carotenoides presentes en los

frutos. Asimismo, señalaron de manera importante en la expresión de estas características.

V. Conclusiones.

En términos generales, los resultados obtenidos demuestran que el vermicompost constituye una alternativa viable para la producción de melón, ya que permite mantener niveles de rendimiento comparables a los obtenidos con fertilización convencional y, adicionalmente, favorece el incremento de compuestos fenólicos asociados con la calidad nutraceútica del fruto. Esto resalta el potencial del vermicompost como una práctica de manejo sustentable capaz de contribuir a la reducción del uso de fertilizantes sistémicos sin comprometer la productividad del cultivo.

Finalmente, bajo las condiciones en que se realizó el estudio, el tratamiento T5 destacó por su capacidad para incrementar el contenido de fenoles totales y porque presentó el mayor rendimiento numérico. En conjunto, estos resultados evidencian que la incorporación de vermicompost puede representar una estrategia eficiente para promover una producción de melón más sostenible y orientada a la obtención de frutos con mayor valor funcional.

VI. Bibliografía

(s.f.).

Adhikary, S. (2012). El vermicompostaje es un proceso biotecnológico sencillo de . *Agricultural Sciences*.

Aiai Zhang, J. Z. (2021). Un análisis exhaustivo del transcriptoma y metaboloma revela que la vía metabólica flavonoide está asociada con la coloración de la cáscara de la fruta del melón. *MDPI*.

Alejandro Moreno Reséndez, J. L. (2023). Rendimiento del melón (*Cucumis melo* L) con acolchado plástico: aplicando vermicompost como fuente nutritiva. *Agropecuarios* .

Benoît Bargui Koubala, G. B. (2016). Morphological and Biochemical Changes During . *Journal of Food and Nutrition Sciences*, pág. 11.

CAAMAL-CAUICH, I. P.-F.-P. (2017). Comportamiento y competitividad de la producción y comercio de melón en México. *ECORFAN*.

Campos, S. G. (2018). Generalidades y Manejo de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de Melón (*Cucumis melo* L.) en la Empresa Lowland Corporation. *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA* .

Canepa, V. M. (2017). Vermicomposting: I progress and strategies in the treatment of organic solid waste. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.

CONABIO. (s.f.). Melón. *Cucumis melo*. *SIOVM*.

ESTEVAN, J. V. (2020). DESARROLLO MORFOLÓGICO Y PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo*), BAJO SISTEMA HIDROPÓNICO NFT EN GUAYAQUIL. *UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR* .

Gómez Gálvez, J. J. (05 de junio de 2018). Producción y calidad nutracéutica del melón injertado y cultivado con diferentes tensiones de humedad. *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*.

Gómez Gálvez, J. J. (05 de 06 de 2018). Producción y calidad nutracéutica del melón injertado y cultivado con diferentes tensiones de humedad. *SIDALC*.

Ichwan, B. (octubre de 2022). Aplicación de vermicompost para mejorar el crecimiento y el rendimiento . *Revista de medios agrícolas* , pág. 6.

Jimenez, V. F. (2018). Evaluación de híbridos de melón (*Cucumis melo* L.) en época óptima y bajo condiciones de campo región Lagunera 2016. *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro* .

Jose, P. A. (Noviembre de 2020). Producción y calidad de melón tipo “Harper” a . *Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano* .

Karla Marlen García-Villela, P. P.-R.-I.-P.-R.-F. (2020). Soluciones ecológicas de nutrientes sobre el rendimiento y la calidad de los frutos de melón. *Terra Latinoamerica* .

- Katzir†, Y. T. (2010). Genética de los pigmentos flavonoides, carotenoides y clorofilas en cortezas de melón. *ACS Publications*.
- Lilia Salas-Pérez, F. N.-R.-F.-I.-R.-V. (2020). Soluciones ecológicas de nutrientes sobre el rendimiento y la calidad de los frutos de melón. *Terra Latinoamericana*.
- Lino García-Gutiérrez, P. C.-R.-R.-H.-D. (2014). Desarrollo del cultivo de melón (*Cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*.
- Manuel Fortis-Hernández, P. P.-R.-V.-R. (2015). Calidad nutraceutica de los frutos de melón melón cantalupo producidos bajo fertilización con soluciones organíticas nutrientes. *Ciencia e investigación agraria*.
- Mármol, J. R. (s.f.). Cultivo del melon en invernaro . *Secretaria General Técnica. Servicio de Publicaciones y Divulgación*.
- Miranda Ramírez, P.-S. G.-G.-A. (2025). Sustainable production of melon seedlings. *Agro Productividad*.
- Olle, M. (2019). REVIEW: VERMICOMPOST, ITS IMPORTANCE AND . *Journal of Agricultural Science*.
- Pablo Preciado-Rangel, K. M.-V. (2015). Calidad nutraceutica de los frutos de melón melón cantalupo producidos bajo fertilización con soluciones organíticas nutrientes. *Ciencia e investigación agraria*.
- Parra, S. (2023). Microbiología del vermicompost . *Universidad de los Andes*.
- Pérez, M. E. (2016). Calidad química del agua en un área agrícola de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la comarca lagunera, México. *Int. Contam. Ambien*.
- Quiñonez, S. A. (2020). Manual de cultivo de melón en vivero . *Universidad técnica de Esmeraldas*.
- Reséndez, A. M. (2023). Rendimiento del meón (*Cucumis melo* L.) con acolchado plástico: aplicando vermicompost como fuente nutritiva . *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, pág. 10.
- Rubén Guadalupe Rivera-Gutiérrez, P. P.-R.-H.-G.-C.-V. (13 de agosto de 2021). Zinc oxide nanoparticles and their effect on melon yield and quality . *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, pág. 13.
- SADER. (13 de noviembre de 2022). Los 5 básicos para el cultivo del melón. *Gobierno de México*.
- Tatyana BILEVA, N. P. (2020). Influence of Organic Fertilization on Nutritional Characteristics and Antioxidant Capacity of Melon Fruits. *Agriculture University of Plovdiv*.
- Vargas, B. A. (2022). Principales enfermedades en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en el Ecuador. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO*.
- Vargas, R. N. (2015). Vermicompostaje: procesos, productos y aplicaciones III.5.
- Vargas-González, G. (20 de Octubre de 2015). Patrón de uso de plaguicidas de alto riesgo en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, pág. 12.

- Vicente, B. S. (2015). MORFOGÉNESIS IN VITRO Y OBTENCIÓN DE PLANTAS TRANSGÉNICAS DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) . *UNIVERSIDAD DE ALMERÍA*.
- Vigo, J. A. (2021). Cultivo de melón . *Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de ciencias agropecuarias* .
- Wu, T. Y. (2015). El uso del vermicompost en la agricultura ecológica: visión general, efectos en el suelo y economía. *Revista de la Ciencia de la Alimentación y la Agricultura*.
- Yaakov Tadmor, J. B. (2010). Genética de los pigmentos flavonoides, carotenoides y clorofilas en cortezas de melón. *ACS Publications* .
- Yaakov Tadmor, Joseph Burger, Ilan Yaakov, Ari Feder, Smadar E. Libhaber, Vitaly Portnoy, Ayala Meir, Galil Tzuri, Uzi Sa'ar, Ilana Rogachev, Asaph Aharon, Hagai Abeliovich, Arthur A. Schaffer, Efraim Lewinsohn, Nurit Katzir. (2010). Genética de los pigmentos flavonoides, carotenoides y clorofilas en cortezas de melón. *ACS Publications*.