



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro

Año IX, Número 28
Julio-Diciembre 2025
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador
<https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia>





AGROCIENCIA
Cultivando el conocimiento para un mejor futuro



REVISTA AGROCIENCIA

E - ISSN 2522-6509

AÑO IX, NÚMERO 28

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

JULIO-DICIEMBRE 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Final Avenida Mártires del 30 de Julio de 1975, Ciudad Universitaria

"Dr. Fabio Castillo Figueroa", San Salvador, El Salvador.

TEL (503) 2225-1506, E-mail: revista.agrociencia@ues.edu.sv

URL: <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia>

Revista Agrociencia es el medio oficial de difusión científica de la Facultad de Ciencias Agronómicas, gestionada con apoyo de la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (SIC-UES).

OBJETIVO

Difundir investigaciones inéditas y originales, de calidad científica, elaboradas por los miembros de la comunidad académica y profesional nacional e internacional sobre las diferentes ramas relacionadas a las ciencias agropecuarias, forestales, veterinarias, agroindustria, medio ambiente, geología y seguridad alimentaria.

PERIODICIDAD

Su periodicidad es semestral a partir de 2022, con dos números anuales correspondientes a los períodos de enero-junio y julio-diciembre.

PÚBLICO

La Revista se encuentra dirigida a un público académico que comprenden docentes y estudiantes tanto a nivel nacional como internacional, con interés en las áreas relacionadas a las ciencias agropecuarias, forestales y veterinarias, entre otras similares.

ALCANCE

Es gratuita, pues Agrociencia no cobra a los autores tarifas de envío y procesamiento editorial de los artículos que se publican.

COBERTURA TEMÁTICA

Acepta manuscritos de las ciencias agropecuarias, forestales, veterinarias, agroindustria, medio ambiente, geología y seguridad alimentaria de forma continua.

Los autores son los únicos responsables de las opiniones expresadas

en sus textos, que no necesariamente reflejan la opinión o política de la Universidad.

Los trabajos enviados serán inéditos (salvo excepciones especialmente consideradas por el editor en jefe).

FORMATOS ACEPTADOS

Los textos académicos que la revista admite son artículos científicos, notas técnicas, estudio de casos y revisiones bibliográficas.

GARANTÍAS Y CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

De manera general las publicaciones de la revista se acoplan a una política de propiedad intelectual de acuerdo a los términos de licenciamiento estándar: CC BY. Esta licencia permite que otros mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo para cualquier propósito, incluso comercialmente, y aunque sus nuevos trabajos también deben reconocerlo a usted, no tienen que licenciar sus trabajos derivados en los mismos términos. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines.

DIRECTRICES PARA AUTORES

<https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/about/submissions>





AGROCIENCIA
Cultivando el conocimiento para un mejor futuro



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla
Rector

Dra. Evelyn Beatriz Farfan Mata
Vicerrectora Académica

Lic. M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado
Vicerrector Administrativo

Lic. Pedro Rosalío Escobar Castaneda
Secretario General

Lic. Carlos Amilcar Serrano Rivera
Fiscal General

Ing. Agr. M.Sc. Carlos Armando Villalta
Presidente Asamblea General Universitaria (AGU)

Ing. Agr. M. Sc. Nelson Bernabé Granados Alvarado
Decano, Facultad de Ciencias Agronómicas

MVZ. M. Sc. Rosy Francis Alvarenga Artiga
Vicedecana, Facultad de Ciencias Agronómicas

Ing. Agr. M. Sc. Edgar Geovany Reyes Melara
Secretario de la Facultad de Ciencias Agronómicas

EQUIPO EDITORIAL

Director Editor de la Revista

Ing. Agr. M. Sc. Ever Alexis Martínez Aguilar
Facultad de Ciencias Agronómicas
<https://orcid.org/0000-0001-8719-4597>

Comité Editorial

Lic. M. Sc. Emerson Gustavo Martínez
Coordinador de la Unidad de Desarrollo Académico,
Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador
<https://orcid.org/0009-0005-1130-7838>

MVZ. Rudy Anthony Ramos Sosa
Docente del Departamento de Química Agrícola,
Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador
<https://orcid.org/0009-0001-7158-8839>

Editor Adjunto

Lic. M. Sc. Isidro Galileo Romero Castro
Secretaría de Investigaciones Científicas,
Universidad de El Salvador
<https://orcid.org/0000-0001-5023-9130>

Corrección de Texto

Lic. Saúl A. Vega
Secretaría de Investigaciones Científicas,
Universidad de El Salvador
<https://orcid.org/0009-0002-2954-4103>

Diseño, Maquetación y Fotografía

Lic. M. Sc. Lilian Xiomara Arévalo Benítez
Facultad de Ciencias Agronómicas
<https://orcid.org/0009-0004-0409-6529>

SOPORTE TECNOLÓGICO E INFORMÁTICO

Ing. José Adán Núñez Abarca
Facultad de Ciencias Agronómicas

Tec. William Rafael Valdez Mejía
Facultad de Ciencias Agronómicas

COMITÉ CIENTÍFICO

INTERNOS A LA INSTITUCIÓN

Ing. Agr. M. Sc. José Miguel Sermeño Chicas
Departamento de Protección Vegetal
Facultad de Ciencias Agronómicas y
Secretaría de Investigaciones Científicas,
Universidad de El Salvador
<https://orcid.org/0000-0002-0139-0771>

EXTERNOS A LA INSTITUCIÓN

Dr. Juan Carlos Valdez Sandoval
Universidad de San Carlos de Guatemala
<https://orcid.org/0000-0002-8742-1320>

Dr. Anthony Valverde Abarca
Tecnológico de Costa Rica
<https://orcid.org/0000-0002-3191-6965>

Dr. Randy Atencio Valdespino
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá
<https://orcid.org/0000-0002-8325-9573>

Dr. Belisario Domínguez Mancera
Universidad Veracruzana
<https://orcid.org/0000-0002-6695-4793>

Dr. Cesar Orlando Pozo Santiago
Universidad Autónoma de Chiapas
<https://orcid.org/0000-0001-9291-5037>

Dr. Carlos Manuel Ulloa
Universidad Nacional de Agricultura de Honduras
<https://orcid.org/0009-0009-6696-8085>

CONTENIDO

Artículos Científicos

Producción de Berenjena (*Solanum melongena* L.) con la implementación de un acondicionador físico de suelos aplicado en época seca

*Eggplant (*Solanum melongena* L.) production with the implementation of a soil conditioner applied during the dry season*
Álvaro Nehemías López-Ponce 5

Efecto de dosis crecientes de compost sobre el contenido de clorofila y crecimiento de ramas en *Myrteola nummularia* (Poir.)

*Effect of increasing doses of compost on chlorophyll content and branch growth in *Myrteola nummularia* (Poir.)*
Andrés Pinto-Poblete, Gianfranco Schio, Matías Betancur, Sergio Moraga-Bustos, Fernando Pinto-Morales, Yessica Rivas, José Leyton 13

Identificación de parásitos zoonóticos del género *Ancylostoma* en perros (*Canis lupus familiaris*) y gatos domésticos (*Felis catus*) de El Salvador

*Identification of zoonotic parasites of the genus *Ancylostoma* in dogs (*Canis lupus familiaris*) and domestic cats (*Felis catus*) in El Salvador*
Adriana Alejandra Santos-Anaya, Ana Carolina Santamaría-Sánchez, Julissa Ivonne Márquez-Arévalo, Luis Ernesto Romero-Pérez 23

Producción de Berenjena (*Solanum melongena* L.) con la implementación de un acondicionador físico de suelos aplicado en época seca

Eggplant (*Solanum melongena* L.) production with the implementation of a soil conditioner applied during the dry season

Álvaro Nehemías López-Ponce^{1, 2}

- 1 Universidad de Sonsonate, Dirección de Investigación y Proyección Social
- 2 ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8225-3673>



ACCESO ABIERTO

REVISTA AGROCIENCIA

Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador

ISSN 2522-6509
Julio-Diciembre 2025
Año IX, Número 28
pp. 5-11

DOI: <https://doi.org/10.5377/agrociencia.v9i28.21787>

Correspondencia:

alvaro.lopez@usonsonate.edu.sv

Presentado:

15 de julio de 2025

Revisado:

19 de agosto de 2025

Aceptado:

13 de octubre de 2025

Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

RESUMEN

Este estudio evaluó la influencia de un acondicionador físico de suelos a base de un polímero de almidón superabsorbente en la producción del cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) variedad Criolla en época seca, durante el periodo de febrero a mayo de 2025 en el Centro de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Medioambiente (CITAM), El Salvador. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) para comparar dos tratamientos: uno con aplicación del polímero (2 onzas/planta) y un grupo control sin aplicación. Para evaluar la optimización hídrica, el riego se diferenció: el grupo con el acondicionador se regó dos veces por semana, mientras el control requirió riego diario. Se evaluaron la altura de la planta, el peso del fruto, y la longitud y el diámetro del fruto. Los resultados revelaron que la aplicación del polímero incrementó significativamente la altura promedio de la planta (124.80 cm vs. 91.20 cm, $p<0.001$), el peso promedio del fruto (316.88 g vs. 250.56 g, $p<0.001$), la longitud (17.72 cm vs. 11.84 cm, $p<0.001$) y el diámetro (8.40 cm vs. 6.92 cm, $p<0.001$) de los frutos. Estos hallazgos confirman que el acondicionador, al optimizar las condiciones del suelo incluyendo la disponibilidad hídrica y de nutrientes, ejerce una influencia positiva en el crecimiento y rendimiento de la berenjena en condiciones de sequía. La aplicación de este producto representa una opción viable para la agricultura sostenible en zonas con escasez de agua.

Palabras claves: Agricultura sostenible, Calidad de los frutos, Estrés hídrico, Hidrogeles, Polímeros superabsorbentes.

ABSTRACT

This study evaluated the influence of a soil conditioner based on a superabsorbent starch polymer on the production of the Criolla variety of eggplant (*Solanum melongena* L.) during the dry season, from February to May 2025, at the Center for Agri-Food and Environmental Research and Transfer (CITAM) in El Salvador. A completely randomized design (CRD) was used to compare two treatments: one with polymer application (2 ounces/plant) and a control group without application. To evaluate water optimization, irrigation was differentiated: the group with the conditioner was irrigated twice a week, while the control required daily irrigation. Plant height, fruit weight, and fruit length and diameter were evaluated. The results revealed that the application of the polymer significantly increased the average plant height (124.80 cm vs. 91.20 cm, $p<0.001$), average fruit weight (316.88 g vs. 250.56 g, $p<0.001$), length (17.72 cm vs. 11.84 cm, $p<0.001$), and diameter (8.40 cm vs. 6.92 cm, $p<0.001$) of the fruit. These findings confirm that the conditioner, by optimizing soil conditions including water and nutrient availability, has a positive influence on the growth and yield of eggplant under drought conditions. The application of this product represents a viable option for sustainable agriculture in areas with water scarcity.

Keywords: Fruit quality, hydrogels, superabsorbent polymers, sustainable agriculture, water stress.

INTRODUCCIÓN

La berenjena (*Solanum melongena* L.) es un cultivo hortícola de gran importancia económica y nutricional a nivel mundial. Su producción global supera los 48 millones de toneladas métricas anualmente y se concentra principalmente en Asia. Ghosh (2022) destaca la importancia de esta hortaliza, ya que es valorada por su versatilidad culinaria y su riqueza en nutrientes esenciales y antioxidantes. No obstante, su cultivo enfrenta desafíos significativos, particularmente en regiones tropicales y subtropicales con épocas secas pronunciadas, como es el caso de El Salvador. La berenjena es un cultivo de estación cálida que requiere temperaturas entre 21 y 27 °C para un rendimiento óptimo, y aunque tolera ciertas condiciones de sequía, su desarrollo se ve comprometido cuando las temperaturas exceden los 30°C. En tal sentido, Díaz Arévalo (2021) señala que la exigencia de agua de la berenjena aumenta durante la floración, y humedades relativas por debajo del 55 % junto con altas temperaturas disminuyen este proceso. Estas condiciones imponen limitaciones severas al desarrollo del cultivo, afectando directamente su crecimiento, rendimiento y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas locales.

En este contexto, la innovación agronómica busca soluciones que optimicen el uso de los recursos hídricos en el suelo. Los acondicionadores físicos de suelos, particularmente los polímeros superabsorbentes (SAPs) o hidrogeles, han surgido como una estrategia prometedora para mejorar la retención de agua y la disponibilidad de nutrientes en la zona radicular. La efectividad de estos materiales es ampliamente documentada como una solución innovadora para la agricultura sostenible; en este sentido, diversos autores resaltan su capacidad para absorber y retener agua, lo cual mitiga el estrés hídrico y potencia el crecimiento y rendimiento de los cultivos (Agbna & Zaidi, 2025; Ali et al., 2024). Su aplicación ha demostrado aumentar la eficiencia en el uso del agua y la productividad agrícola, siendo especialmente efectiva en condiciones de secano y en una amplia gama de cultivos. Por ejemplo, Basak (2020) ha observado mejoras en tomate (*Solanum lycopersicum* L.), y Shehata et al. (2024) en pimiento (*Capsicum annuum* L.).

Bajo esta premisa, el acondicionador físico de suelos a base de polímeros de almidón superabsorbente, se presenta como una alternativa prometedora para la producción de berenjena. A pesar de su potencial, existe una marcada ausencia de evidencia científica publicada que respalde su funcionalidad y rendimiento, así como el de otros polímeros superabsorbentes, en el cultivo de berenjena (particularmente la variedad Criolla) bajo las condiciones climáticas de El Salvador, específicamente en época seca. Aunque su aplicación en campo pueda ser una práctica incipiente, la falta de un respaldo científico documentado que valide su efectividad y los beneficios obtenidos en la productividad de hortalizas a nivel local, subraya la necesidad de investigaciones rigurosas. Este estudio busca, por lo tanto, llenar este vacío de conocimiento al evaluar de manera sistemática la influencia de este acondicionador en un contexto específico y relevante para la agricultura nacional.

Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar la influencia del acondicionador físico de suelos en la producción del cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en época seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y diseño experimental

El estudio se llevó a cabo de febrero a mayo de 2025 en el Centro de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Medioambiente (CITAM) de la Universidad de Sonsonate, ubicado en el cantón San José La Majada, jurisdicción del municipio de Juayúa, departamento de Sonsonate, El Salvador.

Se implementó bajo un diseño completamente al azar (DCA), adecuado para comparar dos tratamientos y minimizar sesgos. Las condiciones climáticas durante este periodo se caracterizaron por una temperatura promedio de 25 °C. El suelo del área experimental fue clasificado como franco-arcilloso. Geográficamente se encuentra en las coordenadas 13°50'14" latitud norte y 89°42'45" longitud oeste (Google Earth, 2025). Se distingue por un clima templado de montaña, con una temperatura promedio anual que oscila entre los 18°C y 25°C, y una humedad relativa anual promedio del 75 %, alcanzando un máximo del 90 % durante agosto y septiembre. Las precipitaciones distribuidas a lo largo del año, alcanzan un promedio de 1,800 mm, con una temporada lluviosa marcada entre mayo y octubre (Alcaldía Municipal de Juayúa, 2013, pp. 6-9).

Material vegetal y aplicación de tratamientos

Para el establecimiento del experimento, se utilizaron plántulas de berenjena de la variedad Criolla, obtenidas de un vivero certificado. Se seleccionaron plantas vigorosas con un tamaño promedio de 10 cm, rechazando aquellas que no alcanzaran esta medida para asegurar la homogeneidad inicial del material vegetal. Se estableció una densidad de siembra de 0.6 m entre plantas y 1.0 m entre hileras. El estudio comprendió dos tratamientos: un grupo experimental y un grupo testigo, ambos establecidos en parcelas independientes de 150 plantas cada una. El grupo experimental recibió la aplicación única de un polímero superabsorbente a base de almidón al momento del trasplante, en una dosis única de 2 onzas por planta para maximizar su interacción inicial con el sistema radicular. El grupo testigo, por su parte, no recibió aplicación del polímero. Un aspecto crítico del manejo agronómico fue el régimen de riego diferenciado para evaluar la capacidad de este acondicionador para optimizar el uso del agua en época seca: el grupo experimental se regó dos veces por semana, mientras que el grupo testigo requirió riego diario durante todo el ciclo del cultivo.

Manejo agronómico

El programa de fertilización fue estandarizado y aplicado de forma generalizada en ambas parcelas (Tabla 1), incluyendo fertilizantes al suelo (18-46-0 y 15-15-15, expresados en N-P-K) y foliares (Bombardier, Senestar, CalciMax, Ultrafert), cuyas dosis e intervalos de aplicación se detallan en la Tabla 1 del programa de fertilización. El manejo fitosanitario se llevó a cabo mediante un manejo integrado de plagas y enfermedades, aplicando productos de manera uniforme vía foliar en ambas parcelas. Las aplicaciones foliares de fertilizantes y productos fitosanitarios se realizaron utilizando una bomba de mochila manual de 20 litros, tal como se especifica en las tablas 1 y 2. Se monitoreó constantemente la presencia de insectos plaga como mosca blanca (*Bemisia tabaci*), trips (orden Thysanoptera) y especies masticadoras (orden Orthoptera). Para su control, se aplicaron los insecticidas Tempano (Imidacloprid 22.8

% + Lambdacihalotrina 10 %), Salvate (Acetamiprid 20 %) y Landris (Acetamiprid + Cypermethryn 88g/L), implementando la rotación de ingredientes activos para prevenir el desarrollo de resistencia.

En cuanto a enfermedades fungosas, se identificaron manchas foliares y antracnosis (*Colletotrichum spp.*) en los frutos; para su manejo, se aplicó el fungicida de contacto y sistémico Antracol (Propineb 70 %). La totalidad del manejo fitosanitario, incluyendo los productos y sus frecuencias de aplicación, se detalla en la Tabla 2 del manejo fitosanitario. Aunque las condiciones de alta humedad relativa favorecieron la persistencia de estas enfermedades, las aplicaciones de Antracol y las prácticas culturales (como el espaciamiento adecuado y la eliminación de hojas basales) fueron eficaces en el control de la severidad.

Complementando el manejo fitosanitario (Tabla 2), se realizaron labores culturales esenciales para el desarrollo óptimo del cultivo. El entutorado de las plantas se inició cuando estas alcanzaron los 0.30 metros de altura, utilizando tutores de bambú de 1.50 metros de alto, colocados cada 0.20 metros entre cada tres plantas, con la función de mantener firmes las plantas. El aporcado se llevó a cabo a los 20 días después del trasplante, y el control de malezas se realizó de forma manual a lo largo de todo el ciclo.

Finalmente, la poda y el manejo de brotes se aplicó a los 60 días después del trasplante, prácticas que favorecen la ventilación y el desarrollo de frutos.

Metodología Estadística

Variables evaluadas y análisis estadístico

Los datos cuantitativos se obtuvieron de las mediciones se realizaron en una submuestra aleatoria de 25 plantas de cada parcela. Las variables evaluadas incluyeron la altura de la planta, el peso del fruto, la longitud del fruto y el diámetro del fruto. El software estadístico utilizado para el análisis fue JASP (versión 0.19.1). Previo a la aplicación de pruebas inferenciales, se verificaron los supuestos de normalidad mediante la

prueba de Shapiro-Wilk y la igualdad de varianzas utilizando la prueba de Levene o Brown-Forsythe.

Para comparar los dos grupos (experimental y testigo) en las variables mencionadas, se aplicaron las siguientes pruebas estadísticas: para la altura de la planta, los datos mostraron normalidad, pero no igualdad de varianzas, por lo que se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes interpretando sus resultados considerando la corrección para varianzas desiguales (conocidas como t de Welch); para el peso del fruto, donde los datos mostraron normalidad y varianzas iguales, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes; y para la longitud y diámetro del fruto, al no cumplir con el supuesto de normalidad, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes. El nivel de significancia estadística predefinido para todos los análisis fue de $\alpha=0.05$

RESULTADOS Y DISCUSION

Altura de la planta (cm)

La altura de la planta de berenjena mostró un incremento altamente significativo ($t=12.41$, $p<0.001$) con la aplicación del polímero superabsorbente (media: 124.80 cm, desviación típica: 12.68 cm) frente al control (media: 91.20 cm, desviación típica: 4.74 cm) (Figura 1). Este efecto se atribuye a la capacidad del polímero para mejorar la retención de agua y la disponibilidad de nutrientes en la zona radicular, lo cual es crucial en época seca para potenciar el desarrollo vegetal. Gil Marín et al. (2020) describen que una mayor disponibilidad hídrica es crucial para la berenjena, además, señalan que es un cultivo demandante de humedad. La mejora en el microambiente radicular asegura una óptima turgencia celular y expansión de tejidos, fundamentales para la elongación y el desarrollo vertical de la planta, tal como lo explica Serrano Cermeño (1976).

Este hallazgo concuerda con la literatura, por ejemplo, Ramadhan et al. (2024) y Gomes (2024) encontraron que la adición de otras enmiendas edáficas como el biocarbón o aportes orgánicos también promueven

Tabla 1
Programa de fertilización

Fertilizante	Forma de aplicación	Dosis	Intervalo de aplicación	Repeticiones
Fórmula 18-46-0	Al suelo	10 g/planta	15 días	2
Fórmula 15-15-15	Al suelo	10-15 g/planta	20 días	4
Bombardier	Al follaje	100-150 cc/Bm	8 días	3
Senestar	Al follaje	25 cc/Bm	15 días	2
CalciMax	Al follaje	25 cc/Bm	15 días	2
Ultrafert	Al follaje	100 cc/Bm	8 días	1

Nota. Bm = Bomba de mochila de 20 litros

Tabla 2
Manejo fitosanitario

Producto	Clasificación	Dosis	Intervalo de aplicación	Repeticiones
Tempano	Insecticida	20 g/Bm	8 días	2
Salvate	Insecticida	15 g/Bm	15 días	2
Landris	Insecticida	25 cc/Bm	8 días	1
Antracol	Fungicida	100 g/Bm	8 días	2

Nota. Bm = Bomba de mochila de 20 litros

el crecimiento de las plantas. En este sentido, Zheng et al. (2023) confirmaron en un meta-análisis global que la aplicación de polímeros superabsorbentes aumenta el rendimiento de los cultivos en un promedio del 12.8 % y la productividad del agua en un 17.2 %, siendo especialmente efectiva en condiciones de secano y en cultivos como los tubérculos y hortalizas. La mayor variabilidad en el grupo experimental, por su parte, sugiere que, si bien el tratamiento promueve un crecimiento generalizado, las respuestas individuales de las plantas pueden estar influenciadas por interacciones específicas con el suelo o la disponibilidad de recursos.

Peso del fruto (g)

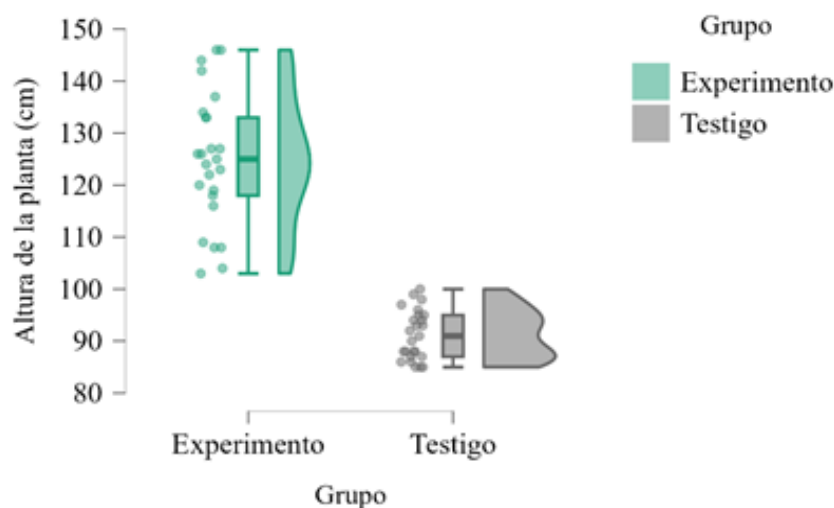
El peso del fruto mostró un efecto contundente y positivo de la aplicación

del polímero, presentando una media en el experimento de 316.88 g (desviación típica: 21.11 g), notablemente superior a los 250.56 g del grupo control (desviación típica: 21.11 g) ($t=10.15$, $p<0.001$) (Figura 2). Este aumento estadísticamente significativo en el peso del fruto fue un indicador directo de la mejora en el rendimiento reproductivo de la berenjena. El resultado sugiere que la mayor disponibilidad hídrica facilitada por el polímero, optimizó los procesos fisiológicos clave para el llenado del fruto y la acumulación de biomasa.

Según Taiz y Zeiger (2006) explicaron que una hidratación adecuada es esencial para el transporte eficiente de fotoasimilados desde las hojas hacia los frutos, lo que resultó en frutos de mayor tamaño y densidad.

Figura 1

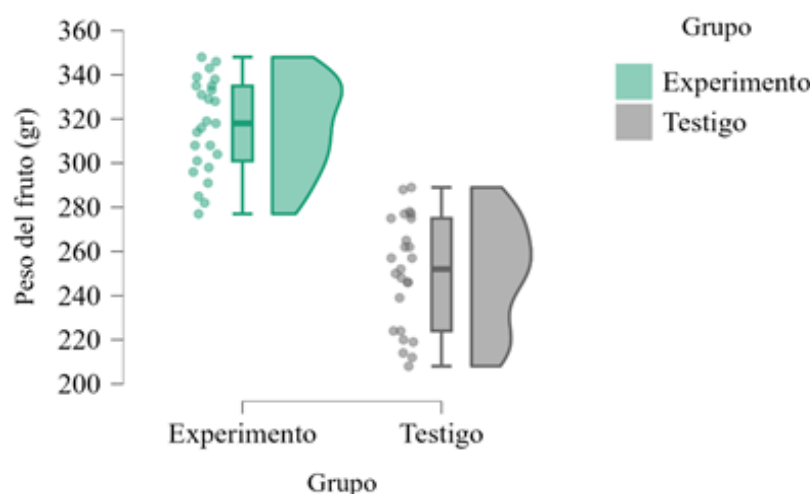
Comparación de la altura de la planta de berenjena (cm) al momento del primer corte entre los grupos experimento y testigo



Nota. Los datos corresponden a la altura de la planta medida en una submuestra aleatoria de 25 plantas de cada parcela al momento del primer corte. El grupo experimental se cosechó a los 70 días después del trasplante (DDT) y el grupo testigo a los 85 días DDT, lo que evidencia el efecto acelerador del polímero. Se presenta la distribución completa de los datos (puntos), la mediana (línea horizontal de la caja) y la densidad de distribución (gráfico de violín). Las diferencias fueron analizadas mediante un contraste de t de Student ($t=12.41$, $p<0.001$).

Figura 2

Comparación del peso del fruto de berenjena (g) entre los grupos experimento y testigo



Nota. Los datos corresponden a mediciones individuales de frutos tomadas por muestreo aleatorio a lo largo del periodo de cosecha. Se presenta la distribución completa de los datos (puntos), la mediana (línea horizontal de la caja) y la densidad de distribución (gráfico de violín). Las diferencias fueron analizadas mediante un contraste de t de Student ($t=10.15$, $p<0.001$).

Los estudios realizados por Mnyika et al. (2020) sobre la aplicación de polímeros superabsorbentes en berenjena reportaron mejoras consistentes en el rendimiento y las características del fruto. Estos hallazgos se alinearon, además, con investigaciones en otras hortalizas, por ejemplo: Nieblas Araujo et al. (2023) destacaron que la aplicación de un polímero superabsorbente en el cultivo de pepino también resultó en mejoras significativas en el rendimiento y la calidad del fruto, permitiendo, además, una reducción considerable en los volúmenes de riego. De forma similar, Cisneros Zayas et al. (2021) incrementaron el peso en el cultivo de frijol mediante la aplicación de otros acondicionadores.

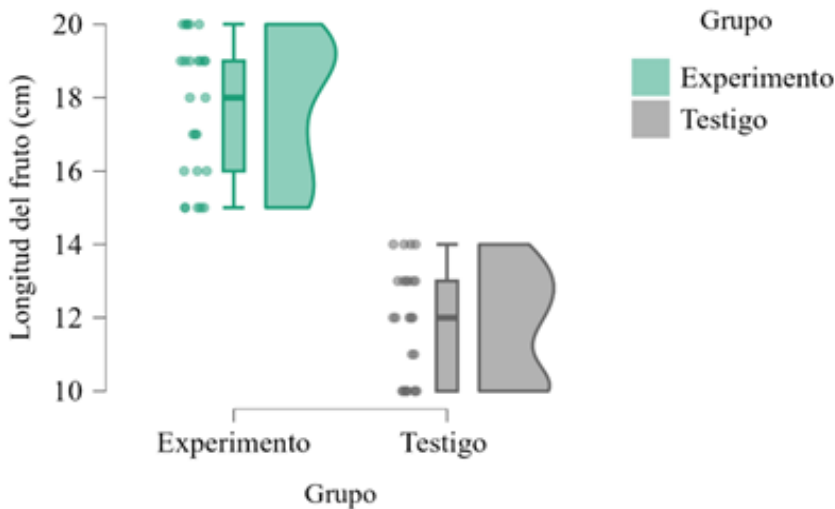
Longitud y diámetro del fruto (cm)

La berenjena tratada con el polímero exhibió un aumento notable y

estadísticamente muy significativo en las dimensiones de sus frutos. La longitud promedio del experimento fue de 17.72 cm (desviación típica: 1.88 cm) superando al grupo control con 11.84 cm (desviación típica: 1.52 cm) ($U=625.00, p<0.001$). De forma similar, el diámetro promedio del experimento fue de 8.40 cm (desviación típica: 0.51 cm), siendo mayor al del control con 6.92 cm (desviación típica: 0.81 cm) ($U=572.50, p<0.001$) (Figura 3 y 4).

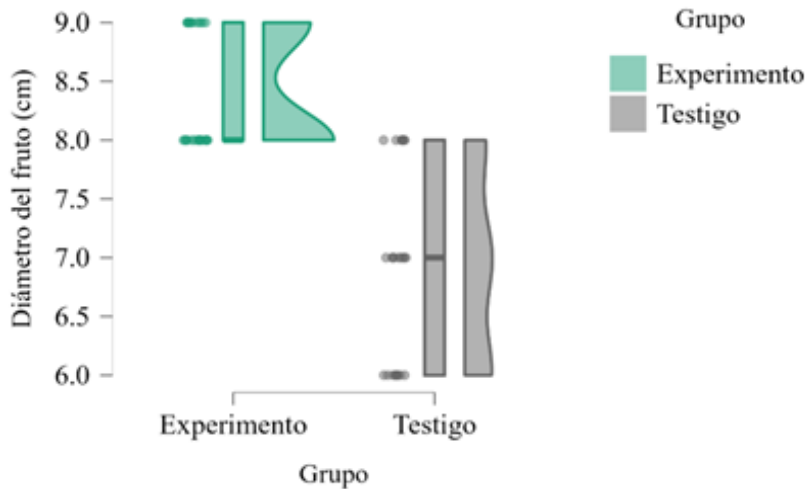
Estos resultados tuvieron implicaciones directas en la calidad morfológica y el valor comercial del fruto. Las dimensiones óptimas son un factor clave en la aceptabilidad del consumidor y en los estándares de clasificación para la comercialización de berenjenas, los cuales fueron definidos por organismos internacionales como el Codex Alimentarius (2018), y que influyen directamente en la formación de precios en la cadena de valor

Figura 3
Comparación de la longitud del fruto de berenjena (cm) entre los grupos experimento y testigo



Nota. Los datos corresponden a mediciones individuales de frutos tomadas por muestreo aleatorio a lo largo del periodo de cosecha. Se presenta la distribución completa de los datos (puntos), la mediana (línea horizontal de la caja) y la densidad de distribución (gráfico de violín). Las diferencias fueron analizadas mediante un contraste no paramétrico U de Mann-Whitney ($U=625.00, p<0.001$).

Figura 4
Comparación del diámetro del fruto de berenjena (cm) entre los grupos experimento y testigo



Nota. Los datos corresponden a mediciones individuales de frutos tomadas por muestreo aleatorio a lo largo del periodo de cosecha. Se presenta la distribución completa de los datos (puntos), la mediana (línea horizontal de la caja) y la densidad de distribución (gráfico de violín). Las diferencias fueron analizadas mediante un contraste no paramétrico U de Mann-Whitney ($U=572.50, p<0.001$).

del cultivo, según Martínez-Reina (2023). La mejora en la disponibilidad hídrica y nutricional, producto del tratamiento, fue fundamental para estos atributos, ya que facilitó una óptima turgencia celular y expansión de las células del fruto durante sus etapas de desarrollo, un mecanismo explicado por Taiz y Zeiger (2006). Dicha expansión celular, impulsada por un suministro constante de agua y fotoasimilados, fue el motor principal del crecimiento físico que determinó la forma y el tamaño final del fruto.

Estudios recientes con hidrogeles y polímeros superabsorbentes en berenjena han reportado consistentemente mejoras en el rendimiento y las características del fruto. Por ejemplo, Anuar et al. (2024) demostraron que un hidrogel innovador basado en residuos de té, que actuó como fertilizante eficaz de liberación lenta y retenedor de agua, incrementó la calidad de los frutos de berenjena. En esta línea, Mnyika et al. (2020) observaron mejoras en las características morfológicas del fruto con la aplicación de polímeros superabsorbentes en este cultivo. La efectividad de estos materiales es reforzada por investigaciones en otras hortalizas, como la de Cerasola et al. (2022), quienes reportaron efectos positivos en la producción de tomate. Asimismo, la capacidad general de estos polímeros para reducir significativamente la necesidad de riego y optimizar el desarrollo, como se observó en el cultivo de caña de azúcar con polímeros retenedores de humedad, que aumentaron el número de entrenudos por plantas, según Rivera-Menjívar et al. (2023), fue un factor clave que contribuyó a la mejora del rendimiento en diversas condiciones.

CONCLUSIÓN

Este estudio demuestra que la aplicación de un acondicionador físico de suelos a base de polímeros superabsorbentes influyó positiva y significativamente en la producción de berenjena (variedad Criolla) cultivada en época seca. Dicha influencia se manifestó en un mejor desarrollo de la planta, evidenciado por el incremento en su altura promedio. Asimismo, se observó una mejora sustancial en la productividad y calidad de los frutos, reflejada en un aumento significativo de su peso, longitud y diámetro promedio. En síntesis, los hallazgos confirman que, al optimizar las condiciones del suelo, incluyendo la disponibilidad hídrica y de nutrientes, este tipo de acondicionador mejora eficazmente los parámetros de crecimiento y rendimiento de la berenjena en condiciones de sequía.

REFERENCIAS

- Agbna, G. H. D., & Zaidi, S. J. (2025). Hydrogel performance in boosting plant resilience to water stress—A review. *Gels*, 11(4), 276. <https://doi.org/10.3390/gels11040276>
- Alcaldía Municipal de Juayúa. (2013). Plan municipal de gestión de riesgo de desastres. Recuperado de https://www.academia.edu/98803506/PLAN_MUNICIPAL_DE_GESTI%C3%93N_DE_RIESGO_DE_DESASTRES_Municipio_de_Juayua_Departamento_de_Sonsonate_El_Salvador.
- Ali, K., Asad, Z., Agbna, G. H. D., Saud, A., Khan, A., & Zaidi, S. J. (2024). Progress and innovations in hydrogels for sustainable agriculture. *Agronomy*, 14(12), 2815. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122815>
- Anuar, W. A. M., Ramli, R. A., Yuen, M. L., Nazlan, R., Tan, S. H., & Roslan, R. (2024). Synthesize, swelling and morphological properties of tea waded-based hydrogel as a slow-release NPK fertilizer applied to mini eggplant seeds growth [Preprint]. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5394710/v1>
- Basak, H. (2020). The effects of super absorbent polymer application on the physiological and biochemical properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants grown by soilless agriculture technique. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(4), 5907–5921. https://doi.org/10.15666/aeer/1804_59075921
- Cerasola, V. A., Perloti, L., Pennisi, G., Orsini, F., & Gianquinto, G. (2022). Potential use of superabsorbent polymer on drought-stressed processing tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in a Mediterranean climate. *Horticulturae*, 8(7), 718. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8080718>
- Cisneros-Zayas, E., González-Robaina, F., Cun-González, R., Herrera-Puebla, J., Matos-Cremé, H., & Sarmiento-García, O. (2021). Los polímeros súperabsorbentes y su influencia sobre la productividad del agua en el frijol. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(2), e02. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586266250002>
- Codex Alimentarius. (2018). Norma para la berenjena (CXS 330-2018). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Mundial de la Salud. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&lup=urn:lex:fao:lex:KCL-5147EN>
- Díaz Arévalo, L. A. (2021). Producción de semillas de berenjena (*Solanum melongena*). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA).
- Ghosh, S. K. (2022). Eggplant (*Solanum melongena* L.) and climate resilient agricultural practices. En S. Roy Choudhury & C. K. Panda (Eds.), *Climate change dimensions and mitigation strategies for agricultural sustainability* (Vol. 2, pp. 1-24). New Delhi Publishers. <https://doi.org/10.30954/NDP-climatev2.4>
- Gil Marín, J. A., Montaña-Mata, N. J., & Pérez Córcega, G. J. (2020). Efectos de regímenes de riego sobre el rendimiento y el uso del agua en berenjena (*Solanum melongena* L.), en condiciones de campo. *Apthapi*, 6(3), 2013–2026.
- Gomes, D. C. B. B. (2024). The influence of dosing of chicken manure and water washing rice against growth and crop yield purple eggplant (*Solanum melongena* L.) on dry land. *International Scientific Journal of State Research, Agriculture and Forestry*, 1(5), 61–66.
- Google Earth. (2025). Ubicación del Centro de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Medioambiente (CITAM) [Imagen de satélite]. Recuperado el 20 de febrero de 2025, de <https://earth.google.com/web/@13.8372261,-89.712697,1988.28440921,2.81820680511d,35y,0h,0t0r/data=CocBGikSUwolMHg4Z>
- Martínez-Reina, A. M. (2023). Formación de precios en la cadena de valor de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Ciencia y Agricultura*, 20(1), 15771. <https://doi.org/10.19053/01228420.v20.n1.2023.15771>

- Mnyika, A. W., Mbuyi, S. M., & Gogo, E. O. (2020). Superabsorbent polymer and rabbit manure improve soil moisture, growth and yield of eggplant (*Solanum melongena* L.). *NASS Journal of Agricultural Sciences*, 2(1), e93. <https://doi.org/10.36956/njas.v2i1.93>
- Nieblas Araujo, J. D., Castro Ugualde, O. P., & Muñoz Flores, J. del R. (2023). Efecto de Zeba (Acondicionador de suelo) en el uso eficiente del agua y desarrollo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). En Actas del VIII Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179961330004>
- Ramadhan, R. G., Adam, D. H., & Mustamu, N. E. (2024). Increasing the growth and production of eggplant (*Solanum melongena* L.) by providing wood biochar. *Juatika Jurnal Agronomi Tanaman Tropika*, 6(2), 616–621. <https://doi.org/10.36378/juatika.v6i2.3660>
- Rivera-Menjívar, J. I., Tejada-Asencio, J. M., Fabián-Romero, H. E., & Vigil-Sánchez, J. A. (2023). Evaluación de cuatro dosis de un polímero retenedor de humedad en el suelo y su influencia en el desarrollo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) variedad MEX69-290, para semilla. *Agrociencia*, 7(24), 36–44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10278441>
- Serrano Cermeño, Z. (1976). Cultivo de la berenjena (Hojas Divulgadoras N.º 19-76 HD). Ministerio de Agricultura.
- Shehata, E., Nassar, I., Ahmed, H., & Salim, H. (2024). Impact of hydrogel type/mycorrhizae on pepper seedlings growth. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 23(3), 121–136. <https://doi.org/10.21608/jaesj.2025.338305.1214>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). Fisiología vegetal (Vol. 2). Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Zheng, H., Mei, P., Wang, W., Yin, Y., Li, H., Zheng, M., Ou, X., & Cui, Z. (2023). Effects of super absorbent polymer on crop yield, water productivity and soil properties: A global meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 282, 108290. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108290>

Efecto de dosis crecientes de compost sobre el contenido de clorofila y crecimiento de ramas en *Myrteola nummularia* (Poir.)

Effect of increasing doses of compost on chlorophyll content and branch growth in *Myrteola nummularia* (Poir.)

Andrés Pinto-Poblete^{1,2}, Gianfranco Schio¹, Matías Betancur^{1,3}, Sergio Moraga-Bustos^{1,4}, Fernando Pinto-Morales^{1,5}, Yessica Rivas^{1,6}, José Leyton^{1,7}

- 1 Universidad Adventista de Chile (UnACh), Chillán, Ñuble, Chile.
- 2 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5124-9621>
- 3 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0762-7175>
- 4 ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7491-6141>
- 5 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6999-2077>
- 6 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1172-9775>
- 7 ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8978-4706>



ACCESO ABIERTO

REVISTA AGROCIENCIA

Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador

ISSN 2522-6509
Julio-Diciembre 2025
Año IX, Número 28
pp. 13-23

DOI: <https://doi.org/10.5377/agrociencia.v9i28.21788>

Correspondencia:

amatiasbetancur@unach.cl

Presentado:

23 de julio de 2025

Revisado:

5 de agosto de 2025

Aceptado:

7 de agosto de 2025

Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

RESUMEN

Myrteola nummularia (Poir.), conocida tradicionalmente como Myrteola, es una especie nativa de Chile reconocida por sus bayas con un alto contenido de polifenoles y propiedades antioxidantes. La fertilización orgánica en especies nativas cultivadas promueve el crecimiento y desarrollo fisiológico de la planta. Sin embargo, hay escaso conocimiento sobre el efecto de la fertilización orgánica en el desarrollo fisiológico y crecimiento de *M. nummularia*. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de cuatro dosis de compost (0, 5, 10 y 15 t ha⁻¹) en parámetros fisiológicos, crecimiento y pigmentos de plantas jóvenes de Myrteola. Para ello, se estableció un huerto de Myrteola en 2022 en la Región de Ñuble, zona centro-sur de Chile. Se midieron parámetros fisiológicos, tales como: el máximo rendimiento cuántico del fotosistema II y conductancia estomática, parámetros de crecimiento como: la altura de la planta y de las ramas, e índices foliares como el contenido de clorofila, antocianinas y flavonoides. Los resultados indicaron que las plantas respondieron a la fertilización orgánica mejorando los parámetros fisiológicos, de crecimiento e índices foliares. La dosis más alta de compost (15 t ha⁻¹), mejoró significativamente el contenido de clorofila (66%) y el largo de las ramas (32%) en comparación con el control, probablemente debido a un aumento en la disponibilidad de N y a un pH más ácido. Por lo tanto, la fertilización orgánica con dosis altas de compost (15 t ha⁻¹) mejoró el crecimiento de Myrteola, favoreciendo un mayor verdor y largo de ramas. Esto podría potenciar la producción futura de frutos, convirtiéndose en una alternativa productiva viable.

Palabras claves: Nativa, orgánico, fisiología, antocianina.

ABSTRACT

Myrteola nummularia (Poir.), traditionally known as Myrteola, is a native Chilean species recognized for its berries with a high polyphenol content and antioxidant properties. Organic fertilization in cultivated native species promotes plant growth and physiological development. However, there is limited knowledge about the effect of organic fertilization on the physiological development and growth of *M. nummularia*. The objective of this study was to evaluate the effect of four compost doses (0, 5, 10, and 15 t ha⁻¹) on physiological parameters, growth, and pigments in young Myrteola plants. For this purpose, a Myrteola orchard was established in 2022 in the Ñuble Region, central-southern Chile. Physiological parameters such as the maximum quantum yield of photosystem II and stomatal conductance were measured, along with growth parameters such as plant and branch height, and leaf indices including chlorophyll, anthocyanin, and flavonoid content. The results indicated that plants responded to organic fertilization by improving physiological, growth, and leaf index parameters. The highest compost dose (15 t ha⁻¹) significantly increased chlorophyll content (66%) and branch length (32%) compared to the control, probably due to increased nitrogen availability and a more acidic pH. Therefore, organic fertilization with high compost doses (15 t ha⁻¹) enhanced Myrteola growth, promoting greater greenness and longer branches. This could improve future fruit production, making it a viable productive alternative.

Keywords: Native, organic, physiology, anthocyanin.



INTRODUCCIÓN

Chile presenta una alta diversidad de especies nativas y endémicas con aplicaciones en las industrias alimentaria y farmacéutica. Los usos más destacados de especies nativas chilenas incluyen, alimentación, ornamentación, producción de edulcorantes, propiedades medicinales, tintes, fuentes de fibra, así como en la fabricación de insecticidas y fungicidas, entre otros. Algunas especies nativas chilenas reconocidas por las características nutraceuticas de sus bayas son *Ugni molinae* (Turcz) (murtilla), *Fragaria chiloensis* (L.) (frutilla chilena), *Aristotelia chilensis* (Stuntz) (maqui), *Berberis microphylla* (Calafate) y *Myrteola nummularia* (Poir.) (Schreckinger et al., 2010; Rodríguez et al., 2018). Esta última, comúnmente llamada Myrteola es un arbusto perenne y rastroso de 10–30 cm de altura, con hojas pequeñas y coriáceas, y flores hermafroditas (Landrum, 1988), se distribuye desde la Región del Biobío hasta las regiones de Los Ríos, Magallanes e incluso las islas de Juan Fernández (Domínguez, 2012; Cordero et al., 2017), y tiene bayas con interés alimenticio debido a su alto contenido de polifenoles con propiedades antioxidantes y capacidad terapéutica (Fiis et al., 2012; López, 2003). Las bayas nativas han generado oportunidades de desarrollo económico en regiones como la zona centro-sur de Chile, como ha sido el caso de maqui y calafate (Vogel et al., 2016; Romero-Román et al., 2021). No obstante, en especies nativas como Myrteola existe una brecha del conocimiento sobre las condiciones específicas de sitio, fertilidad de suelo y climas, que mejoren el desarrollo vegetativo de la planta. Entender las condiciones de crecimiento y pigmentación de plantas nativas en etapas tempranas del establecimiento es importante porque sustenta la futura producción de fruta (Shah et al., 2022).

La domesticación de especies nativas incluye someter plantas a manejos agronómicos convencionales de agricultura como, la fertilización, el riego, el control de malezas, entre otros. La fertilización, orgánica o inorgánica, es uno de los principales manejos agronómicos para la domesticación de especies nativas, ya que suplementa los requerimientos nutricionales necesarios para el desarrollo vegetativo y reproductivo en general. La fertilización orgánica es preferida sobre la inorgánica en términos de mejoras en las condiciones fisicoquímicas y biológicas del suelo, y genera menos contaminación ambiental (Sahu et al., 2024; Kumar et al., 2023; Vargas-Pineda, 2019; Bolan, 2012). Una fertilización orgánica adecuada, debe ajustarse a cada cultivo, promoviendo el desarrollo fisiológico a través de parámetros como: la conductancia estomática y la máxima eficiencia del fotosistema II (Salisbury y Ross, 2000). Asimismo, la fertilización debe conducir a mejorar el desarrollo vegetativo y pigmentación de las plantas jóvenes para mantener una alta productividad de frutas en su etapa adulta (Tarantino et al., 2023). Se ha demostrado en huertos jóvenes de la especie nativa *Berberis microphylla*, que la fertilización orgánica con compost en dosis superior a 5 t ha⁻¹ aumentó el crecimiento y verdor de la planta (42% índice de área foliar y 68% clorofila, respectivamente) en comparación con plantas sin fertilización (Betancur et al., 2024; Pinto-Morales et al., 2022). Sin embargo, en Myrteola los estudios se han enfocado en la caracterización de la planta, siendo escasamente evaluada su respuesta a la fertilización y siendo desconocida la implementación de huertos.

La fertilización orgánica con compost aporta materia orgánica estabilizada, generando acumulación de carbono en el suelo y una entrega de forma controlada de nutrientes como el nitrógeno (N) que cumplen funciones

vitales en la planta (Oviedo, 2017). No obstante, un incremento en el desarrollo fisiológico y crecimiento vegetativo de la planta también conduce a reducción de otros parámetros como los pigmentos foliares antioxidantes, entre ellos las antocianinas y flavonoides (Zhu et al., 2007). El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de diferentes dosis de compost (0, 5, 10 y 15 t ha⁻¹) en el desarrollo fisiológico, el crecimiento vegetativo y los pigmentos foliares en un huerto de Myrteola de la zona centro-sur de Chile. Se plantea la siguiente hipótesis: las plantas de Myrteola sometidas a dosis altas de compost (10 y 15 t ha⁻¹) tendrán mayores índices fisiológicos, de crecimiento y pigmentos fotosintéticos (clorofilas), pero menor índice de pigmentos antioxidantes antocianinas que plantas sin compost o que dosis más bajas (5 t ha⁻¹) (Betancur et al., 2024). Este estudio permitirá comprender las dosis correctas de compost para aumentar el desarrollo vegetativo y fisiológico de la planta joven de Myrteola para mayores producciones futuras de frutos, generando una nueva alternativa frutícola en la zona centro-sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica y condiciones ambientales

La investigación se llevó a cabo en la estación experimental de la Universidad Adventista de Chile, Chillán, región de Ñuble (Chile). El área de estudio está geográficamente posicionada a una latitud de 36°38'6.42"S y una longitud 71°59'59.39"O, a una altitud de 190 metros sobre el nivel del mar. El suelo del estudio se caracterizaba como *Typic melanoxerand* de origen volcánico (Stolpe, 2006). El clima exhibe características mediterráneas templadas identificado por la clasificación Csb2 en la escala climática (Rodríguez, 1972). En cuanto a la precipitación, el promedio acumulado anual en la zona durante los últimos 10 años fue de 840 mm (Agrometeorología, 2023).

Establecimiento del huerto experimental

El huerto experimental de *M. nummularia* se estableció en octubre de 2022 utilizando plantas de un año de edad provenientes del vivero "La Huella", ubicado en la ciudad de Valdivia, región de Los Ríos, Chile. Estas plantas se trasplantaron en camellones de 40 centímetros de altura, con una separación de 0.70 m sobre hilera y 1.0 m entre hileras. Previo al trasplante, se llevó a cabo un análisis químico del suelo y del compost utilizado (Tabla 1), en el laboratorio de suelos de la Universidad de Concepción. Para determinar el contenido de materia orgánica, se empleó el método propuesto por Walkley y Black (1934) basado en la oxidación húmeda de muestras de suelo utilizando dicromato de potasio en un entorno ácido. Respecto a la disponibilidad de N, P y K, se utilizó el método descrito por Rathje (1959) y Watanabe y Olsen (1965). El pH del suelo se cuantificó en una relación de agua 1:5 (peso/volumen). Con base en este análisis, se llevó a cabo una fertilización inicial en el hoyo de plantación, consistente en 130 g de urea (45% de N), 180 g de superfosfato triple (46% de P2O5) y 150 g de sulfato de potasio (50% de K2O) (Hirzel, 2014). La cantidad real de riego diario se calculó mensualmente mediante el método de Penman-Monteith, siguiendo el enfoque propuesto por Betancur et al. (2022), con datos obtenidos de la estación agroclimática INIA Santa Rosa, ubicada a 28 km del sitio de estudio. El riego se aplicó utilizando una línea de riego con goteros de presión compensada (UniRam, Netafim, Hatzetim, Israel) separados a 30 cm y con un caudal de 4,0 L h⁻¹.

Tabla 1

Análisis químico del suelo del área de estudio (Media ± E.E) y del compost utilizado

Parámetro	Valor (Suelo)	Parámetro	Valor (Compost)
Nitrógeno disponible (mg/kg)	32,53 ± 1,87	Nitrógeno disponible (mg/kg)	948,7
Fósforo Olsen (mg/kg)	6,63 ± 0,40	Conductividad eléctrica (dS/m)	2,5
Potasio disponible (mg/kg)	156,07 ± 5,13	Carbono orgánico (%)	14,7
Materia orgánica (%)	11,38 ± 0,15	Materia orgánica (%)	26,4
pH	6,12 ± 0,03	pH	7,42

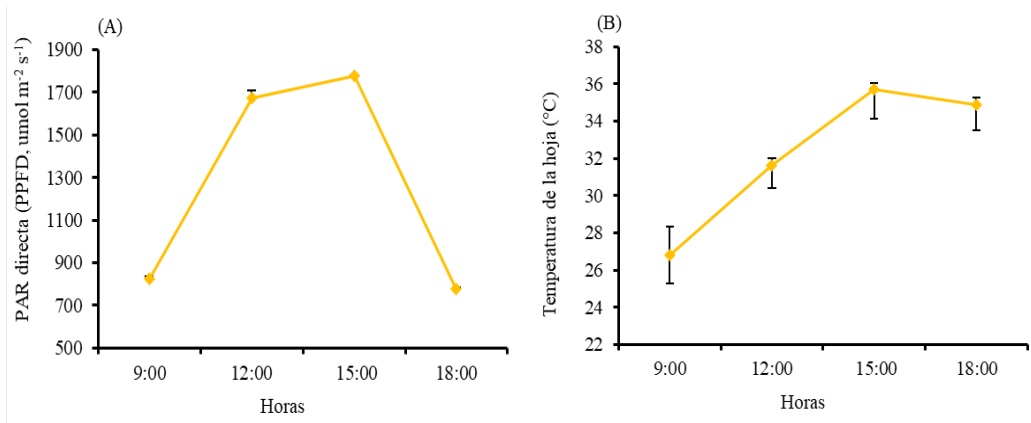
Nota. Las muestras se obtuvieron a una profundidad entre 0 y 30 cm al inicio del ensayo, en agosto 2022

Además, se llevó a cabo un control periódico de malezas de forma manual. Tras estas prácticas, se implementó un sistema de riego mediante mangueras de goteo, manteniendo un suministro constante en los distintos tratamientos, conforme a lo indicado por Romero et al. (2010), en relación con la evapotranspiración potencial diaria del cultivo (ET_p). Cada camellón se cubrió con geotextil a modo de *mulch*, lo que favoreció el control a mediano y largo plazo de las malezas, así como el mantenimiento de la temperatura y humedad en el suelo. En diciembre de 2022 se eliminaron estructuras reproductivas de la planta como brotes florales, así como flores en desarrollo, con el objetivo de priorizar el crecimiento vegetativo (Amuti, 1983).

Para caracterizar las condiciones ambientales en el huerto experimental de *Myrteola*, en diciembre de 2022 se evaluó la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y la temperatura de las hojas en distintos horarios del día (ver Figura 1). Las mediciones de PAR directa (PPFD, $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) se llevaron a cabo utilizando un ceptómetro AccuPAR LP-80 (Meter Group, Estados Unidos) en un día completamente soleado, mostrando un aumento gradual desde las 09:00 h (824 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) hasta alcanzar un máximo a las 12:00 y 15:00 h (1.671 y 1.777 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente), seguido de una disminución a 778 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ a las 18:00 horas. La temperatura foliar, medida con un porómetro modelo SC-1 (Decagon Devices INC., Washington, USA), presentó un incremento desde 24°C a las 09:00 h hasta un máximo de 36°C a las 15:00 h, disminuyendo posteriormente a 32°C a las 18:00 h. Estas mediciones se realizaron en hojas sanas, verdes y completamente expuestas a la luz solar, seleccionadas de ramas nuevas.

Figura 1

Cuantificación PAR directa y temperatura de la hoja



Nota. A) Cuantificación PAR directa (PPFD, $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), en huerto de *Myrteola nummularia* (Poir.) en distintos horarios del día y en una fecha determinada. B) Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en hojas de *Myrteola nummularia* (Poir.) en distintos horarios del día.

Metodología Estadística

Diseño experimentales

El ensayo se estableció bajo un diseño en bloques completamente al azar en un huerto experimental de *Myrteola*. Se evaluaron cuatro tratamientos correspondientes a dosis crecientes de compost: 0, 5, 10 y 15 ton h⁻¹, con cinco repeticiones por tratamiento. El compost fue incorporado al suelo durante la preparación de los camellones. Todas las unidades experimentales fueron manejadas bajo las condiciones agronómicas antes descritas.

Parámetros fisiológicos y morfológicos de la planta

Se realizaron mediciones del rendimiento cuántico máximo del fotosistema II (FII) en diciembre de 2022, considerando hojas verdes de ramas completamente expuestas a la luz solar. Se efectuaron ocho mediciones por tratamiento en hojas con características idénticas, para minimizar posibles errores experimentales (Cordon et al., 2016). Se utilizó un fluorómetro portátil modelo OS-5p (Opti-Sciences, USA) para medir tanto la intensidad máxima de fluorescencia (F_m) como la intensidad mínima de fluorescencia (F_o) de la clorofila. Estas mediciones se realizaron a las 9:00, 12:00, 15:00 y 18:00 horas en condiciones soleadas (Betancur, 2023). Previamente a la medición, las hojas fueron oscurecidas durante 30 minutos con clips foliares (Poblete-Grant y Reyes-Díaz, 2011; Betancur, 2023).

A partir de estos datos, se determinó la máxima eficiencia fotoquímica del

fotosistema II (Fv/Fm) utilizando la relación propuesta por Kooten y Jan (1990) y por Maxwell y Johnson (2000): $Fv/Fm = (Fm - F_0) / Fm$. Se cuantificó el grado de fotoinhibición mediante la relación Fv/Fm en diferentes momentos del día. Además, se midió el rendimiento cuántico fotoquímico del fotosistema II (FII) y la velocidad de transporte de electrones (ETR) en hojas adaptadas a la luz, utilizando la misma frecuencia y dispositivo (Maxwell y Johnson, 2000).

Para evaluar la conductancia estomática (G_s , $mmol\ m^{-2}s^{-1}$), se empleó un porómetro modelo SC-1 (Decagon Devices INC., Washington, USA). Se realizaron mediciones en hojas completamente expuestas a la luz solar, sanas, verdes y de ramas nuevas, en los mismos horarios utilizados para la cuantificación de Fv/Fm (Retamal-Salgado et al., 2017; Pinto-Poblete et al., 2022).

El contenido de clorofila en las hojas se determinó mediante unidades de SPAD, utilizando el equipo Minolta SPAD-502DL Plus (Konica minolta, INC, Osaka, Japón), el mismo día y en los mismos horarios que se llevaron a cabo las mediciones de fluorescencia y conductancia estomática. Este equipo mide cuantitativamente la intensidad del verde en la hoja (650 a 940 nm), evaluando ocho repeticiones por cada tratamiento establecido a las 9:00, 12:00, 15:00 y 18:00 horas.

El contenido de flavonoides y antocianinas en las hojas del *Myrteola* se evaluó utilizando un equipo portátil de múltiples pigmentos, modelo MPM-100 (Opti-Sciences, Hudson, NH, USA), durante los mismos intervalos horarios establecidos para las mediciones anteriores. Se empleó una relación de fluorescencia en longitudes de onda específicas: F660 nm/F325 nm para los flavonoides y F660 nm/F525 nm para las antocianinas.

La temperatura de las hojas ($^{\circ}C$) se midió simultáneamente con la conductancia estomática utilizando el porómetro modelo SC-1 (Decagon Devices INC., Washington, USA).

Para la medición de la altura de las plantas y la longitud de las ramas se utilizó una cinta métrica y un pie de rey (Pie de rey E5001002, Veto, Chile). La altura de la planta se midió desde la base de la planta, a ras del suelo, hasta la rama más larga, mientras que la longitud de las ramas se midió desde el tallo principal hacia el extremo más alejado de la rama.

Análisis estadístico

Los datos recopilados para cada variable se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Previo a este análisis, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas. La comparación de medias se llevó a cabo mediante la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher, con un nivel de significancia de 0.05. Estos análisis se realizaron utilizando el programa InfoStat 2015 (Infostat, Córdoba, Argentina, 2015). Además, se efectuó un análisis de componentes principales (PCA) empleando datos centralizados en la media, basados en los valores propios para evaluar la correlación y discriminación entre las variables del suelo y las variables de las plantas. Este análisis se llevó a cabo utilizando el software R 4.2.2 (Kahle y Wickham, 2013) con los paquetes FactoMineR y ggplot2.

En las figuras y tablas, Diferentes letras indican diferencias significativas según la prueba de LSD Fisher ($p < 0,05$). 0 = Tratamiento control (sin aplicación de compost); 5 = tratamiento de 5 t ha⁻¹; 10 = tratamiento de

10 t ha⁻¹; 15 = Tratamiento 15 t ha⁻¹. Todas las muestras se obtuvieron al final del estudio en abril de 2023 a una profundidad de entre 0 y 30 cm

RESULTADOS Y DISCUSION

Parámetros químicos del suelo

La aplicación de diferentes dosis de compost influyó significativamente en algunos parámetros químicos del suelo (ver Tabla 2). El nitrógeno disponible (N) mostró un incremento significativo con la aplicación de 10 y 15 t ha⁻¹, en comparación con las dosis de 0 y 5 t ha⁻¹, que no difirieron entre sí. No se observaron diferencias significativas en el fósforo disponible (P), cuyos valores oscilaron entre 6,6 y 9,3 mg/kg entre tratamientos ($p = 0,5738$). En cuanto al potasio disponible (K), el tratamiento con 10 t ha⁻¹ presentó un valor significativamente superior al de 5 t ha⁻¹, con un incremento del 148,2 %, sin diferencias significativas respecto a los tratamientos con 0 y 15 t ha⁻¹. La materia orgánica (MO) no mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,4306$), con valores que fluctuaron entre 11,3 % y 12,1 %. En relación con el pH, se observaron valores más ácidos a medida que aumentó la dosis de compost, destacándose una disminución significativa en el tratamiento con 15 t ha⁻¹ (5,6), lo que representa una reducción del 8,2 % respecto al control ($p = 0,0054$).

En el suelo, la incorporación de compost produjo aumentos significativos en la fertilidad de macronutrientes como el N (83%), y también produjo una disminución del pH del suelo (8,2%), especialmente con la dosis más alta (15 t ha⁻¹). Este comportamiento esperado es consistente con investigaciones previas que han demostrado que el uso de fertilizantes orgánicos en dosis elevadas puede acidificar el suelo por liberación de ácidos orgánicos y enriquecerlo con nutrientes esenciales debido a la mineralización de la MO proveniente de guano de aves y otros componentes orgánicos de alta calidad (Liu et al., 2024). Sin embargo, otros parámetros químicos del suelo, como el P y la MO, no mostraron cambios significativos en respuesta a las dosis de compost aplicadas. Esta falta de variación puede atribuirse a las características fisicoquímicas de los andisoles (como el de nuestro estudio), incluidos su alto contenido de MO, capacidad de fijación de P y capacidad tampón, que limitan las alteraciones químicas en periodos de tiempo relativamente cortos (4 meses en nuestro estudio) (İşik et al., 2023). En contraste, estudios realizados en periodos más prolongados de aplicaciones de compost (≥ 24 meses) han demostrado que la descomposición de la MO mediada por la actividad microbiana, pueden liberar cantidades significativas de P disponible, mejorando gradualmente los niveles de fertilidad del suelo (Velásquez et al., 2016, Mehdaoui et al., 2024).

Parámetros fisiológicos y pigmentos foliares

El rendimiento cuántico máximo del FII (ver Figura 2A) no mostró diferencias estadísticas significativas entre las distintas dosis de compost evaluadas. Los mayores valores se encontraron a las 09:00 h con un promedio de 0,76 Fv/Fm y disminuyó a través del día hasta un promedio de 0,55 Fv/Fm en la última hora de medición (18:00 h). En cuanto a la conductancia estomática (ver Figura 2B), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en los horarios medidos. La tendencia fue a disminuir la conductancia estomática hacia la mitad del día hasta 57,8 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ a las 12:00 h y posteriormente aumentó hacia el final del día a 76,5 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ a las 18:00 h.

Tabla 2

Análisis químico del suelo al finalizar el estudio.

Variable	0	5 t ha ⁻¹	10 t ha ⁻¹	15 t ha ⁻¹	Valor ρ Anova
Nitrógeno disponible (mg/kg)	32,5 ± 1,9 a	32,3 ± 2,0 a	177,0 ± 37,2 b	189,6 ± 74,4 b	0,0396
Fósforo Olsen (mg/kg)	6,6 ± 0,4 a	9,3 ± 0,7 a	7,6 ± 1,0 a	8,8 ± 1,2 a	0,5738
Potasio disponible (mg/kg)	156,0 ± 5,1 a	141,1 ± 8,8 a	350,1 ± 68,5 b	190,3 ± 34,7 ab	0,0153
Materia orgánica (%)	11,3 ± 0,2 a	11,6 ± 0,1 a	12,1 ± 0,3 a	12,03 ± 0,2 a	0,4306
pH	6,1 ± 0,03 bc	6,1 ± 0,05 c	5,8 ± 0,06 ab	5,6 ± 0,05 a	0,0054

Nota. Los resultados indican que las dosis más altas influyen positivamente en la disponibilidad de nitrógeno y potasio, aunque tienden a acidificar el suelo

En general, los parámetros fisiológicos como la conductancia estomática, el rendimiento cuántico del FII no mostraron diferencias significativas frente a las distintas dosis de compost. Esto sugiere que, aunque la fertilización orgánica incrementa la disponibilidad de nutrientes, la falta de variaciones significativas en estos parámetros indica que la asimilación nutricional está regulada por otros factores, como la estabilidad edafoclimática, la genética de la especie y su interacción con la microfauna del suelo (Farzadfar et al., 2021).

Myrteola nummularia es una especie silvestre del sur de Chile adaptada a condiciones de menor radiación y evapotranspiración asociadas a un clima más frío y húmedo (Landrum, 1988). Al trasladarla a Ñuble, y dado que aún no es un cultivo domesticado, su capacidad para asimilar nutrientes probablemente se ve limitada por las diferencias ambientales y su respuesta adaptativa a otras prácticas agrícolas, independientemente de la dosis de fertilización orgánica empleada (Yue et al., 2023).

Lo anterior se respalda con observaciones en tomate (*Solanum lycopersicum*), donde la aplicación de fertilizantes orgánicos no mostró diferencias significativas en atributos morfológicos y calidad del fruto frente a fertilizantes inorgánicos. Esto destaca que la respuesta de los cultivos involucra múltiples factores más allá de la fuente de nutrientes utilizada (Rathod y Adhvaryu, 2023). De manera similar, en frutilla (*Fragaria* × *ananassa*), la fertilización orgánica mostró resultados comparables a la

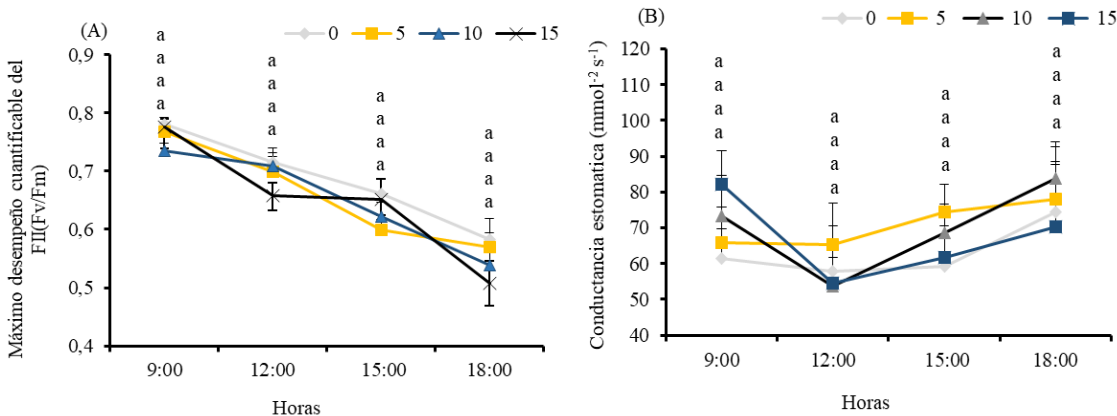
química en cuanto al contenido de clorofila, transpiración y conductancia estomática, lo que evidencia la influencia de factores genéticos y ambientales en la asimilación nutricional y la respuesta fisiológica (Hernández Valencia, 2022).

El contenido de clorofila (ver Figura 3A) fue significativamente mayor en el tratamiento de 15 t ha⁻¹ en un 66,2% respecto al tratamiento sin compost. Los tratamientos de 5 y 10 t ha⁻¹ no mostraron diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos. En relación con el contenido de antocianinas en las hojas (ver Figura 3B), no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, con valores promedios de 0.47; 0.40; 0.49 y 0.49 para los tratamientos 0, 5, 10 y 15 t ha⁻¹, respectivamente. El contenido de flavonoides (Fig. 3C) no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, encontrando valores de índice de flavonoides entre 1.17 y 1.45.

En la planta, el contenido de clorofila, evaluado mediante el índice SPAD, evidenció un aumento significativo en respuesta a la dosis más alta de compost (15 t ha⁻¹), según lo mostrado en la Figura 3(A). Este incremento refleja una mayor capacidad fotosintética en las hojas de *Myrteola nummularia* bajo este tratamiento, posicionándose como una estrategia eficiente para potenciar el desarrollo vegetativo de la planta (Aydi et al., 2023). En comparación con el tratamiento control (0 t ha⁻¹), el aumento en el índice de clorofila con 15 t ha⁻¹ destaca la importancia

Figura 2

Efecto de diferentes dosis de compost



Nota. Sobre (A) el rendimiento cuántico máximo del FII (Fv/Fm) y (B) la conductancia estomática (mmol m⁻²s⁻¹) para la hoja de *Myrteola nummularia* (Poir.) de la temporada 2022-2023.

de una nutrición adecuada en las primeras etapas de establecimiento para esta especie, particularmente en suelos con características fértiles como los andisoles, donde la disponibilidad de nutrientes puede ser afectada significativamente por la adición de compost (Pinto-Morales et al., 2022). Respecto a lo anterior, la adición de compost en dosis de 15 t ha^{-1} mejoró la disponibilidad de nitrógeno, un elemento clave para el desarrollo vegetativo y la clorofila de la planta (Youssef et al., 2023; Purnawanto y Ahadiyat, 2022). En términos químicos, el compost actúa como una fuente de materia orgánica que, al descomponerse, libera gradualmente nutrientes esenciales al suelo (Bolan et al., 2012). Por último, la comparación con investigaciones previas en cultivos similares, como *Berberis microphylla* y *Vaccinium corymbosum*, refuerza la hipótesis de que niveles óptimos de compost pueden ser específicos para cada especie y entorno (Pinto-Morales et al., 2022; Vail et al., 2020). En estas especies, se ha demostrado que las dosis más altas de compost favorecen la formación de estructuras fotosintéticamente activas, siempre que no se comprometan otros parámetros, como la salinidad del suelo o el pH (Matiz-Villamil et al., 2023).

La longitud de las ramas fue estadísticamente mayor en el tratamiento de 15 t ha^{-1} con un valor promedio de 16,97 cm, respecto al control (0 t ha^{-1}) de 11,5 cm. Los demás tratamientos (5 y 10 t ha^{-1}) no presentaron diferencias significativas con los demás tratamientos.

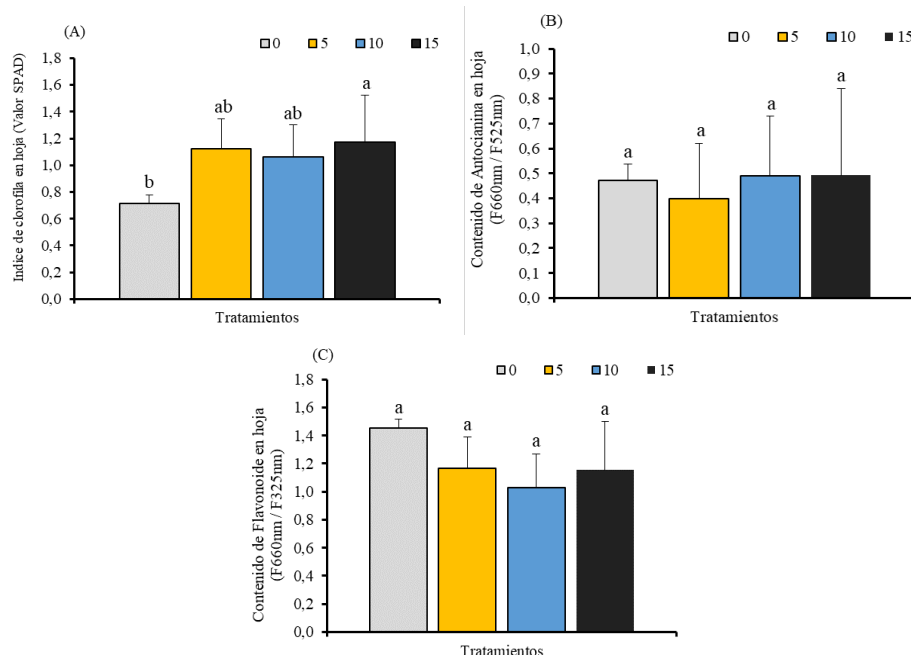
En términos de parámetros de crecimiento vegetativo, la altura de la planta no se vio favorecida por la dosis de compost en un periodo de cuatro meses de aplicación (ver Figura 4), contrario a lo encontrado en otros estudios donde se aplicó compost en periodos cortos (< 4 meses) sobre plantas de tomate y guisantes obteniendo mayor crecimiento al aplicar altas dosis compost (Raksun et al., 2021; Chaudhary et al., 2022). Esto sugiere que otros factores bióticos o abióticos podrían ser determinantes

para aumentar el crecimiento en altura de la planta, independiente de la fertilidad del suelo. Por ejemplo, se menciona que los factores genéticos son más determinantes en la altura de la planta que prácticas agronómicas como la fertilización, especialmente en etapas tempranas de desarrollo (Miao et al., 2024). No obstante, en nuestro estudio la mayor dosis de compost (15 ton ha^{-1}) favoreció significativamente el crecimiento de ramas laterales de *M. nummularia* respecto al control, consistente con los hallazgos anteriores en plantas de *Mentha piperita* L. (Abdou et al. 2014). En términos de calidad del suelo, en nuestro estudio, el compost en dosis de 15 ton ha^{-1} mejoró el contenido de N disponible, nutriente móvil en la planta y determinante en el crecimiento vegetativo en ramas (Kovalchuk et al., 2018; Aly et al., 2015; Pande y Dimri, 2020). La mineralización de compuestos orgánicos en formas inorgánicas disponibles para las plantas, como el nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+) puede verse afectada por la presencia de complejos alofánicos y óxidos amorfos de hierro y aluminio de los suelos Andisol, estabilizando los nutrientes y reduciendo su lixiviación (Stolpe, 2006; Hirzel, 2014; Youssef et al., 2023). Además, es destacable que los fertilizantes orgánicos en altas cantidades pueden aumentar otras propiedades físico-químicas del suelo no evaluadas en nuestro estudio como, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la estructura del suelo, la densidad aparente y la estabilidad de agregados, promoviendo mayor absorción de nutrientes y agua por parte de las plantas para distribuir dichos nutrientes a las ramas (Silva et al. 2024), por lo que estos parámetros deberían ser evaluados en futuros estudios.

La matriz de correlación entre los parámetros químicos del suelo y los fisiológicas y morfológicas de la planta (ver Figura 5), mostraron interacciones negativas y positivas débiles. Por ejemplo, hubo una interacción negativa entre el P del suelo y fluorescencia de la clorofila ($-0,64$); K y altura de planta ($-0,47$); MO y antocianinas ($-0,44$); MO y flavonoides ($-0,45$), entre otras correlaciones menos significativas. Por

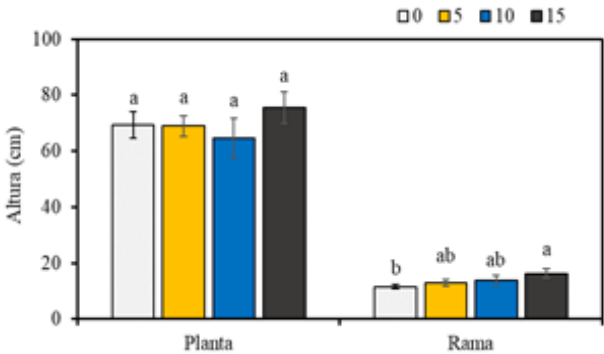
Figura 3

Efecto de diferentes dosis de compost



Nota. sobre (A) índice de clorofila, (B) contenido de antocianinas (F660 nm / F525 nm), (C) contenido de flavonoides (F660 nm / F325 nm) para la temporada 2022-2023

Figura 4
Efecto de diferentes dosis de compost durante el crecimiento de las plantas para altura de la planta y ramas en *Myrteola nummularia* (Poir.) para la temporada 2022-2023.



Nota. El tratamiento no influyó en la altura total de las plantas, pero favoreció el crecimiento de las ramas en comparación con el control sin aplicación. Interacción suelo-planta

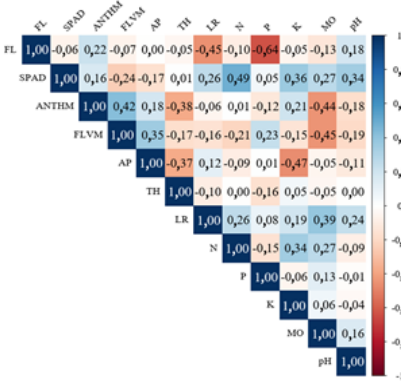
otro lado, hubo correlaciones positivas entre el N y el índice de clorofila SPAD (0,49); pH y el índice de clorofila SPAD, entre otras correlaciones menos significativas. En complemento a la matriz de correlación, la red de interacciones entre las variables del suelo y *Myrteola nummularia* (ver Figura 6) resalta que la materia orgánica (MO) se posiciona como un nodo central con múltiples correlaciones fuertes, tanto positivas como negativas. Se destaca la interacción positiva entre el nitrógeno (N) y pH con el índice de clorofila (SPAD). Las líneas que conectan las variables indican el tipo y la magnitud de la correlación: una línea gruesa y opaca en verde representa una correlación positiva fuerte, mientras que una línea gruesa y opaca en rojo indica una correlación negativa fuerte. Las líneas más delgadas y transparentes corresponden a correlaciones débiles, tanto positivas como negativas. Los “*” señalan interacciones de interconexión significativas. Las abreviaturas son: Fluorescencia de la clorofila (FL), Antocianinas (ANTHM), altura de la planta (AP), longitud de ramas (LR), Materia orgánica (MO), pH del suelo (pH), índice de clorofila (SPAD), fósforo del suelo (P), flavonoides (FLVM), potasio del suelo (K) y nitrógeno del suelo (N), temperatura de hoja (TH).

Los resultados evidencian interacciones clave entre las propiedades químicas del suelo y las variables fisiológicas de *Myrteola nummularia*, sugiriendo relaciones complejas que pueden estar influenciadas por

diversos factores ecológicos y bioquímicos (Chapin et al., 1987). La correlación positiva entre el N y el SPAD, está respaldada por el papel clave del nitrógeno en la síntesis de clorofila y la mejora de la eficiencia fotosintética en hojas en crecimiento (Hassan et al., 2022). Los resultados resaltan la importancia de optimizar la fertilización orgánica con compost, ajustando las dosis según las necesidades específicas de *Myrteola nummularia*, para evitar reducir la eficiencia fotosintética.

La posición central de la MO en la red de interacciones resalta su papel como modulador clave de la disponibilidad de nutrientes, influenciando tanto las propiedades químicas del suelo como las respuestas fisiológicas de la planta. Esto se debe a que la MO mejora la capacidad de intercambio catiónico del suelo, facilitando la retención y liberación gradual de nutrientes esenciales como el N, P y K (Bashir et al., 2021). Además, regula el pH del suelo y mejora la estructura del mismo, permitiendo una mayor infiltración y retención de agua, lo que beneficia la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Six et al., 2000). Estas propiedades también influyen en procesos fisiológicos, como la fotosíntesis y el metabolismo secundario, al proporcionar un ambiente más favorable para la absorción de nutrientes y el desarrollo de raíces (Valentine et al., 2017; Schmidt, 2014; Albaladejo-Marico et al., 2024).

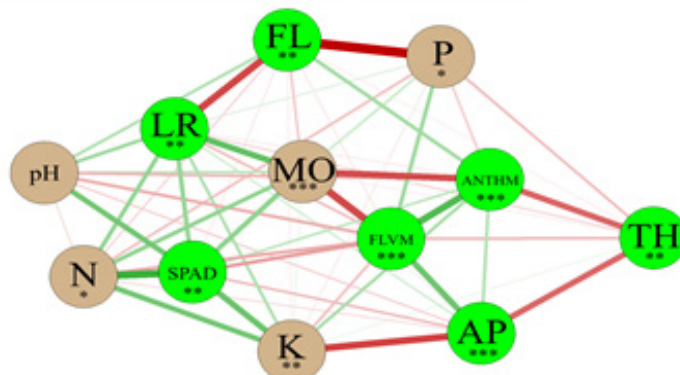
Figura 5
Efecto de diferentes dosis de compost durante el crecimiento de las plantas para altura de la planta y ramas en *Myrteola nummularia* (Poir.) para la temporada 2022-2023.



Nota. La figura evidencia que el nitrógeno tiene relaciones positivas con parámetros fisiológicos como floración y SPAD, mientras que el fósforo se asocia negativamente con la floración

Figura 6

Red de interacciones de variables del suelo (café) y *Myrteola nummularia* (Poir.) (verde)



Nota. La red indica que las variables fisiológicas del crecimiento (TH, AP, LR, FLVM) se asocian positivamente entre sí, mientras que el fósforo (P) mantiene una relación negativa con la floración (FL), evidenciando distintos efectos nutricionales en el desarrollo de las plantas

CONCLUSIÓN

El presente estudio evaluó el efecto de dosis crecientes de compost durante un periodo corto de establecimiento (octubre a diciembre de 2022). Los resultados indican que la aplicación de 15 t ha⁻¹ de compost incrementó significativamente el índice de clorofila y la longitud de ramas, sin afectar la altura de la planta, la conductancia estomática ni los pigmentos antioxidantes. Además, no se observaron diferencias significativas en el rendimiento cuántico máximo del fotosistema II (Fv/Fm). La mejora en el desarrollo vegetativo estuvo asociada a una mayor disponibilidad de nitrógeno y una disminución del pH, condiciones que podrían favorecer el crecimiento en etapas posteriores. Según estos resultados, se comprueba parcialmente la hipótesis planteada.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Adventista de Chile por el apoyo y financiamiento de esta investigación.

REFERENCIAS

- Agrometeorología. (2023). Red agrometeorológica INIA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado de <https://agrometeorologia.cl>
- Abdou, M., Mohamed, M.A.H. (2014). Effect of plant compost, salicylic and ascorbic acids on *Mentha piperita* L. plants. *Biological Agriculture & Horticulture*, 30(2):131-143. <https://doi.org/10.1080/01448765.2014.882796>.
- Albaladejo-Marico, L., Yepes-Molina, L., Carvajal, M. (2024). Alteration of nutrient uptake and secondary metabolism connection by foliar application of citrus flavonoids to broccoli plants. *Plant Growth Regulation*, 104:855-867. <https://doi.org/10.1007/s10725-024-01204-3>.
- Aly, M.A., Harhash, M.M., Awad, R.M., El-Kelawy, H.R. (2015). Effect of foliar application with calcium, potassium and zinc treatments on yield and fruit quality of Washington navel orange trees. *Middle East Journal of Agricultural Research*, 4(3):564-568.
- Amuti, K. (1983). Effect of removal of flower buds, open flowers, young pods and shoot apex on growth and pod set in soybean. *Journal of Experimental Botany*, 34(6):719-725. <https://doi.org/10.1093/jxb/34.6.719>.
- Aydi, S., Sassi Aydi, S., Marsit, A., El Abed, N., Rahmani, R., Bouajila, J., Merah, O., Abdely, C. (2023). Optimizing alternative substrate for tomato production in arid zone: lesson from growth, water relations, chlorophyll fluorescence, and photosynthesis. *Plants*, 12(7):1457. <https://doi.org/10.3390/plants12071457>.
- Bashir, O., Ali, T., Baba, Z.A., Rather, G.H., Bangroo, S.A., Mukhtar, S.D., Naik, N., Mohiuddin, R., Bharati, V., Bhat, R.A. (2021). Soil organic matter and its impact on soil properties and nutrient status. En *Microbiota and biofertilizers* (p.129-159). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-61010-4_7.
- Betancur, M., Retamal-Salgado, J., López, M.D., Vergara-Retamales, R., Schoebitz, M. (2022). Plant performance and soil microbial responses to irrigation management: a novel study in a calafate orchard. *Horticulturae*, 8(12):1138. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8121138>.
- Betancur, M., Retamal-Salgado, J., López, M.D., Vergara-Retamales, R., Schoebitz, M. (2023). Novel approach to organic mulching from natural-based solutions to enhance soil health and functional value of calafate fruit. *Horticulturae*, 9(11):1202. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9111202>.
- Betancur, M., Retamal-Salgado, J., López, M.D., Vergara-Retamales, R., Schoebitz, M. (2024). Enhancing soil health and fruit quality in calafate orchards through sustainable amendments. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24(1):1235-1249. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01625-z>.
- Bolan, N., Kunhikrishnan, A., Choppala, G.K., Thangarajan, R., Chung, J.W. (2012). Stabilization of carbon in composts and biochars in relation to carbon sequestration and soil fertility. *Science of the Total Environment*, 424:264-270. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.02.061>.

- Chapin, F.S., Bloom, A.J., Field, C.B., Waring, R.H. (1987). Plant responses to multiple environmental factors: physiological ecology provides tools for studying how interacting environmental resources control plant growth. *BioScience*, 37(1):49-57. <https://doi.org/10.2307/1310177>.
- Chaudhary, N., Singh, C., Pathak, P., Vyas, D. (2022). Effects of different compost on vegetative and yield performance of pea. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 53(17):2308-2321. <https://doi.org/10.1080/00103624.2022.2071440>.
- Cordero, S., Abello, L., Gálvez, F. (2017). Plantas silvestres comestibles y medicinales de Chile y otras partes del mundo. Corma. Recuperado de https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-89567_recurso_pdf.pdf
- Cordon, G., Lagorio, M.G., Paruelo, J.M. (2016). Chlorophyll fluorescence, photochemical reflective index and normalized difference vegetative index during plant senescence. *Journal of Plant Physiology*, 199:100-110. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2016.05.010>.
- Domínguez, D. (2012). Flora nativa Torres del Paine [en línea]. Ocho Libros. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/40618>
- Farzadfar, S., Knight, J.D., Congreves, K.A. (2021). Soil organic nitrogen: an overlooked but potentially significant contribution to crop nutrition. *Plant and Soil*, 462:7-23. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-04860-w>.
- Flis, S., Jastrzebski, Z., Namiesnik, J., Arancibia-Avila, P., Toledo, F., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Suhaj, M., Trakhtenberg, S., Gorinstein, S. (2012). Evaluation of inhibition of cancer cell proliferation in vitro with different berries and correlation with their antioxidant levels by advanced analytical methods. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 62:68-78. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2012.01.005>.
- Hassan, A., Gulzar, S., Nawchoo, I.A. (2022). Role of nitrogen in photosynthesis. En Yousuf, PY; Shabir, PA; Hakeem, KR (eds.). *Advances in plant nitrogen metabolism*. 1a ed. p.86-95. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003248361-7>.
- Hernández Valencia, R.D., Juárez Maldonado, A., Pérez Hernández, A., Lozano Cavazos, C.J., Zermeno González, A., González Fuentes, J.A. (2022). Influencia de fertilizantes orgánicos y del silicio sobre la fisiología, el rendimiento y la calidad nutracéutica del cultivo de fresa. *Nova scientia*, 14(28). <https://doi.org/10.21640/ns.v14i28.3032>.
- Hirzel, J. (2014). Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. 2a ed. aum. y corr. INIA. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/357>
- Işık, M., Aldoğan, S., Sönmez, M., İlhan, S., Ortaş, I. (2023). Effect of increasing phosphorus doses application on some physical, chemical and biological properties of soil, under long-term experiment conditions. *International Journal of Agricultural and Applied Sciences*, 4(1):143-149. <https://doi.org/10.52804/ijaas2023.4124>.
- Kahle, D.; Wickham, H. (2013). Ggmap: spatial visualization with ggplot2. *The R Journal*, 5(1):144-161. Recuperado de <https://journal.r-project.org/archive/2013-1/kahle-wickham.pdf>
- Kovalchuk, I.Y., Mukhitdinova, Z., Turdiyev, T., Madiyeva, G., Akin, M., Eyduran, E., Reed, B.M. (2018). Nitrogen ions and nitrogen ion proportions impact the growth of apricot (*Prunus armeniaca*) shoot cultures. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 133:263-273. <https://doi.org/10.1007/s11240-017-1375-3>
- Kooten, O., Jan, S. (1990). The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. *Photosynthesis Research*, 25(3):147-150. <https://doi.org/10.1007/BF00033156>.
- Kumar, K.V., Raj, B.A., Sriraghul, A., Sadanish, K., Raj, N.R., Prajith, K.S., Tamilselvan, M. (2023). Comparing the effect of organic and inorganic amendments on soil health. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika*, 38(1):80-83. <https://doi.org/10.18805/BKAP599>.
- Landrum, L.R. (1988). Systematics of *Myrteola* (Myrtaceae). *Systematic Botany*, 13(1):120-132. <https://doi.org/10.2307/2419248>.
- Liu, Y., Lan, X., Hou, H., Ji, J., Liu, X., Lv, Z. (2024). Multifaceted ability of organic fertilizers to improve crop productivity and abiotic stress tolerance: review and perspectives. *Agronomy*, 14(6):1141. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061141>.
- Lopez, A. (2003). Phytochemistry and biological activities of selected Colombian medicinal plants. Tesis de doctorado, University of British Columbia. University of British Columbia Library. <https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/831/items/1.0091221>
- Matiz-Villamil, A., Méndez-Carranza, K.J., Pascagaza-Pulido, A.F., Rendón-Rendón, T., Noriega-Noriega, J., Pulido-Villamarín, A. (2023). Trends in the management of organic swine farm waste by composting: a systematic review. *Heliyon*, 9(8): e18208. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18208>.
- Maxwell, K., Johnson, G.N. (2000). Chlorophyll fluorescence—a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51:659- 668. <https://doi.org/10.1093/jxb/51.345.659>.
- Mehdaoui, I., Mahmoud, R., Majbar, Z., Berrada, S., Abbou, M.B., Elshikh, M.S., Rais, Z. (2024). Comparing how compost and manure affect soil organic matter using a complete factorial design. *Journal of King Saud University—Science*, 36(10):103471. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2024.103471>.
- Miao, L., Wang, X., Yu, C., Ye, C., Yan, Y., Wang, H. (2024). What factors control plant height?. *Journal of Integrative Agriculture*. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.03.058>.
- Oviedo, E. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 18(1):31-42. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v18n1/1405-7743-iit-18-01-00031.pdf>
- Pande, K.K., Dimri, D.C. (2020). Response of nitrogen application in fruit trees: a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(5):545-559.

- Pinto-Morales, F., Retamal-Salgado, J., López, J., Zapata, M.D., Vergara-Retamales, R., Pinto-Poblete, A. (2022). The use of compost increases bioactive compounds and fruit yield in calafate grown in the central south of Chile. *Agriculture*, 12(1):98. <https://doi.org/10.3390/agriculture12010098>.
- Pinto-Poblete, A., Retamal-Salgado, J., López, M., Zapata, D., Sierra-Almeida, N., Schoebitz, M. (2022). Combined effect of microplastics and Cd alters the enzymatic activity of soil and the productivity of strawberry plants. *Plants*, 11(4):536. <https://doi.org/10.3390/plants11040536>.
- Poblete-Grant, P., Reyes-Díaz, M. (2011). Efecto de diferentes dosis de sulfato de calcio sobre la eficiencia fotoquímica y sistema antioxidante de tres cultivares de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) sometidos a estrés por toxicidad de aluminio en un andisol. Tesis de grado, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ufro.cl/?a=view&item=1102>
- Purnawanto, A.M., Ahadiyat, Y.R. (2022). Maize growth and yield characteristics with application of mushroom waste substrate vermicompost in Ultisol. *Agronomy Research*, 20(S1):1090-1103. <https://doi.org/10.15159/AR.22.071>.
- Raksun, A., Merta, I.W., Mertha, I.G. (2021). Vegetative growth response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) due to different doses of horse manure bokashi. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2):434-440.
- Rathje, H. (1959). Soil chemical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Rathod, A.A., Adhvaryu, M.R. (2023). Evaluation of growth and reproductive parameters of tomato plant (*Solanum lycopersicum* L.) for application of organic and inorganic fertilizers. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 2023:227-232. <https://doi.org/10.32628/IJSRST52310316>.
- Retamal-Salgado, J., Vásquez, R., Fischer, S., Hirzel, J., Zapata, N. (2017). Decrease in artificial radiation with netting reduces stress and improves rabbit-eye blueberry (*Vaccinium virgatum* Aiton) 'Ochlockonee' productivity. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 77(3):226-233. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392017000300226>.
- Rodríguez, TE. (1972). Clasificación climática de Wilhelm Köppen (introducción). 3a ed. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía.
- Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V.L., Fuentes, N., Kiessling, A., Mihoc, M., Pauchard, A., Ruiz, E., Sánchez, P., Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana. Botánica*, 75(1):1-430.
- Romero-Román, M.E., Schoebitz, M., Bastías, R.M., Fernández, P.S., García-Viguera, C., López-Belchi, MD. (2021). Native species facing climate changes: response of calafate berries to low temperature and UV radiation. *Foods*, 10(1):196. <https://doi.org/10.3390/foods10010196>.
- Romero, P., Fernández-Fernández, J.I., Martínez-Cutillas, A. (2010). Physiological thresholds for efficient regulated deficit-irrigation management in winegrapes grown under semiarid conditions. *American Journal of Enology and Viticulture*, 13:300-312.
- Sahu, H., Kumar, U., Mariappan, S., Mishra, A.P., Kumar, S. (2024). Impact of organic and inorganic farming on soil quality and crop productivity for agricultural fields: a comparative assessment. *Environmental Challenges*, 15:100903. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.100903>.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W. (2000). Fisiología de las plantas. Paraninfo Thomson Learning.
- Sayara, T., Basheer-Salimia, R., Hawamde, F., Sánchez, A. (2020). Recycling of organic wastes through composting: process performance and compost application in agriculture. *Agronomy*, 10(11):1838. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111838>.
- Schmidt, W. (2014). Root systems biology. *Frontiers in Plant Science*, 5:215. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00215>.
- Schreckinger, M.E., Lotton, J., Lila, M.A., Mejia, E.G.D. (2010). Berries from South America: a comprehensive review on chemistry, health potential, and commercialization. *Journal of Medicinal Food*, 13(2):233-246.
- Shah, Z.A., Dar, M.A., Dar, E.A., Obianefo, C.A., Bhat, A.H., Ali, M.T., El-Sharnouby, M., Shukry, M., Kesba, H., Sayed, S. (2022). Sustainable fruit growing: an analysis of differences in apple productivity in the Indian state of Jammu and Kashmir. *Sustainability*, 14(21):14544. <https://doi.org/10.3390/su142114544>.
- Silva, E., Tavares, M.H.F., Secco, D., Barbosa, G.M., Costa, M.S.S., Basegio, D. (2024). Impacts on soil quality with the use of organic fertilizers. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 22(11):e7983. <https://doi.org/10.55905/oelv22n11-240>.
- Six, J., Paustian, K., Elliott, E.T., Combrink, C. (2000). Soil structure and soil organic matter: I. distribution of aggregate size classes and aggregate-associated carbon. *Soil Science Society of America Journal*, 64(2):681-689. <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.642681x>.
- Stolpe, N.B. (2006). Descripción de los principales suelos de la VIII Región de Chile. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía.
- Tarantino, A., Disciglio, G., Frabboni, L., Lopriore, G. (2023). Organo mineral fertilizers increase vegetative growth and yield and quality parameters of pomegranate cv. *Wonderful fruits. Horticulturae*, 9(2):164. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020164>.
- Vail, D.C., Hernández, D.L., Velis, E., Wills, A. (2020). Compost tea production methods affect soil nitrogen and microbial activity in a northern highbush blueberry system. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 44(10):1370-1383. <https://doi.org/10.1080/21683565.2020.1724583>.
- Valentine, A.J., Kleinert, A., Thuynsma, R., Chimphango, S., Dames, J., Benedito, V.A. (2017). Physiology and spatio-temporal relations of nutrient acquisition by roots and root symbionts. *En Progress in Botany*. v.78, p.167-233. Springer. https://doi.org/10.1007/124_2016_11.

- Vargas-Pineda, O.I., Trujillo-González, J.M., Torres-Mora, M.A. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2). <https://doi.org/10.22579/20112629.575>.
- Velásquez, G., Calabi-Floody, M., Poblete-Grant, P., Rumpel, C., Demanet, R., Condrón, L., Mora, M. (2016). Fertilizer effects on phosphorus fractions and organic matter in Andisols. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(2):294-309. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162016005000024>.
- Vogel, H., González, B., Catenacci, G., Doll, U. (2016). Domestication and sustainable production of wild crafted plants with special reference to the Chilean maqui berry (*Aristotelia chilensis*). *Julius-Kühn-Archiv*, (453):50. <https://doi.org/10.5073/jka.2016.453.016>.
- Walkley, A.J., Black, I.A. (1934). Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37:29-38.
- Watanabe, F.S., Olsen, S.R. (1965). Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO₃ extracts from soil. *Soil Science Society of America Journal*, 29:677-678.
- Youssef, S.M., Shaaban, A., Abdelkhalik, A., Abd El Tawwab, A.R., Abd Al Halim, L.R., Rabee, L.A., Alwutayd, K.M., Ahmed, R.M.M., Alwutayd, R., Hemida, K.A. (2023). Compost and phosphorus/potassium-solubilizing fungus effectively boosted quinoa's physio-biochemical traits, nutrient acquisition, soil microbial community, and yield and quality in normal and calcareous soils. *Plants*, 12(17):3071. <https://doi.org/10.3390/plants12173071>.
- Yue, H., Yue, W., Jiao, S., Kim, H., Lee, Y., Wei, G., Song, W., Shu, D. (2023). Plant domestication shapes rhizosphere microbiome assembly and metabolic functions. *Microbiome*, 11(1):70. <https://doi.org/10.1186/s40168-023-01513-1>.
- Zhu, Y., Wang, Y., Zhang, Y. (2007). Effects of potassium nutrition on stomatal conductance and photosynthesis in rice. *Plant and Soil*, 294(1):27-36.

Identificación de parásitos zoonóticos del género *Ancylostoma* en perros (*Canis lupus familiaris*) y gatos domésticos (*Felis catus*) de El Salvador

Identification of zoonotic parasites of the genus *Ancylostoma* in dogs (*Canis lupus familiaris*) and domestic cats (*Felis catus*) in El Salvador

Adriana Alejandra Santos-Anaya¹, Ana Carolina Santamaría-Sánchez¹, Julissa Ivonne Márquez-Arévalo¹, Luis Ernesto Romero-Pérez²

- 1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Medicina Veterinaria, Estudiante Tesista
2 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Medicina Veterinaria, Docente



ACCESO ABIERTO

REVISTA AGROCIENCIA
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador

ISSN 2522-6509
Julio-Diciembre 2025
Año IX, Número 28
pp. 25-30

DOI: <https://doi.org/10.5377/agrociencia.v9i28.21789>

Correspondencia:
luis.perez@ues.edu.sv

Presentado:
3 de octubre de 2025

Revisado:
20 de octubre de 2025

Aceptado:
15 de noviembre de 2025

Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

RESUMEN

Ancylostoma spp. es uno de los parásitos más comunes en perros y gatos domésticos y algunas de sus especies son de origen zoonótico. En El Salvador se realizaron dos investigaciones que confirman la presencia de *Ancylostoma* spp. en el país, y según el Ministerio de Salud de El Salvador (MINSAL) las geohelmintiasis son las enfermedades más comunes que se presentan en las unidades de salud. En esta investigación se realizó un total de 100 exploraciones y revisiones de intestino delgado de diferentes animales, de las cuales 74 fueron en caninos y 26 en felinos, provenientes de diferentes zonas de El Salvador, con el objetivo de identificar especies zoonóticas del género *Ancylostoma*. Se identificó la presencia de *Ancylostoma* en 50 animales, de los cuales se extrajeron parásitos adultos junto con su respectiva muestra de heces, las cuales fueron analizadas por medio de microscopía. Para identificar la especie de *Ancylostoma* se realizaron comparaciones morfológicas de los parásitos adultos observando las estructuras de la cápsula bucal de las 50 muestras positivas, para posteriormente realizar la medición de los huevos encontrados en las muestras de heces. Se obtuvieron 38 muestras positivas a *Ancylostoma caninum* y 12 a *Ancylostoma tubaeforme*, la medida de sus huevos mostraba un promedio de 62.59 µm x 43.04 µm y 53.11 µm x 42.14 µm, respectivamente. La especie *A. caninum* es reportada en la literatura como causante de zoonosis.

Palabras claves: Zoonosis, intestino delgado, canino, felino.

ABSTRACT

Ancylostoma spp. is one of the most common parasites in domestic dogs and cats, and some of its species are of zoonotic origin. In El Salvador, two studies have confirmed the presence of *Ancylostoma* spp. in the country, and according to the Ministry of Health of El Salvador (MINSAL), geohelminth infections are among the most common diseases reported in health units. In this study, a total of 100 examinations and inspections of the small intestines of different animals were conducted, 74 from canines and 26 from felines, originating from various regions of El Salvador, with the objective of identifying zoonotic species of the genus *Ancylostoma*. *Ancylostoma* was found in 50 animals, from which adult parasites were extracted along with their corresponding fecal samples, which were analyzed by microscopy. To identify the *Ancylostoma* species, morphological comparisons of adult parasites were performed by observing the buccal capsule structures of the 50 positive samples, followed by the measurement of eggs found in the fecal samples. A total of 38 samples were positive for *Ancylostoma caninum* and 12 for *Ancylostoma tubaeforme*. The egg measurements showed an average of 62.59 µm x 43.04 µm and 53.11 µm x 42.14 µm, respectively. The species *A. caninum* is reported in the literature as a cause of zoonosis.

Keywords: Zoonosis, small intestine, canine, feline.

INTRODUCCIÓN

La ancylostomiasis es un problema de salud, por constituir una zoonosis de alta prevalencia y amplia distribución mundial, sobre todo en regiones tropicales y subtropicales, donde las condiciones ambientales (temperatura alrededor de 29°C y humedad relativa por encima de 87%) son favorables para que se desarrolle el parásito; no están exentas algunas zonas templadas. (Peña et al., 2017). En El Salvador se ha reportado la presencia de este parásito en la zona urbana y periurbana en áreas de Mejicanos, analizándose por el método de flotación. En sus resultados se demuestra la presencia del parásito en el 21% de los caninos muestreados. En un estudio más reciente, Peña (2017) realizó una investigación en diferentes áreas recreativas de algunos parques; los resultados reportan infestaciones mixtas, pero en el 64% de las muestras obtenidas, *Ancylostoma spp.* fue el más recurrente. A pesar de que estudios previos en El Salvador constatan la presencia de *Ancylostoma*, ninguno se enfoca en la descripción de las especies que prevalecen, ni en la frecuencia con que se presentan; además que no existen estudios de este parásito realizado en felinos, por lo que el objetivo principal de esta investigación es la identificación de parásitos zoonóticos del género *Ancylostoma*, y la determinación de las especies de importancia en Salud Pública. Por ello, en el estudio se realizaron exploraciones y revisiones del intestino delgado en perros y gatos domésticos provenientes de diferentes partes del país y que fallecieron en el Hospital Veterinario Chivo Pets. Los resultados que se obtuvieron proporcionan información actualizada sobre el género *Ancylostoma* presente, además de la frecuencia de especies menores en El Salvador.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Clínica Veterinaria de la Universidad de El Salvador, ubicada en la Facultad de Ciencias Agronómicas, con una altura sobre el nivel del mar de 691 metros y coordenadas geográficas 13°43'07" N 89°12' 04" O. En el estudio se tomaron muestras de parásitos adultos en exploraciones y revisiones de intestino delgado de perros y gatos fallecidos en el Hospital Veterinario Chivo Pets, ubicado en Carretera Panamericana, contiguo a la comunidad La Cuchilla, Antiguo Cuscatlán, con una altura sobre el nivel del mar de 835 metros y coordenadas geográficas 13°40'31" N 89°15'07" O, en un periodo de 3 meses.

Las exploraciones y revisiones del intestino delgado de los perros y gatos fallecidos se realizaron en la Clínica Veterinaria de la Universidad de El Salvador, en donde al mismo tiempo se realizó la técnica de Flotación de las heces obtenidas de los perros y gatos positivos a *Ancylostoma* para la medición de los huevos. Posteriormente, los cuerpos fueron regresados al Hospital Veterinario Chivo Pets y en su laboratorio se observaron los parásitos adultos obtenidos para su identificación.

La toma de muestras se realizó dos días a la semana; se incluyó a toda la población de perros y gatos con disposición interna que fallecieron en menos de 24 horas y no fueron congelados previamente, y solo se descartaron animales que fallecieron por enfermedades infecciosas como moquillo canino o parvovirus. A todos ellos se les realizaron las exploraciones y revisiones de intestino delgado extrayendo parásitos adultos del género *Ancylostoma* para poder realizar la diferenciación morfológica de las especies encontradas. Para ello, se limpiaron los parásitos adultos con solución salina y luego se colocaron en tubos sin

EDTA con Lactofenol de Amman durante dos horas para poder aclarar el parásito y observar su cápsula bucal en el microscopio; después de las dos horas se volvieron a colocar los parásitos adultos en solución salina para mantenerlos hidratados y facilitar su manipulación en el microscopio. Al mismo tiempo se extrajeron heces provenientes de intestino grueso para poder realizar la técnica de flotación utilizando solución sobresaturada de azúcar para visualizar huevos, y posteriormente su respectiva medición utilizando un micrómetro ocular y un micrómetro portaobjeto. Cada uno con escala, se relacionó el número de unidades del ocular con la unidad métrica del portaobjetos, tomando la medida donde ambas escalas coinciden y así poder realizar la medición de los huevos. Se realizó el mismo procedimiento con el objetivo 10X y 40X.

El estudio es descriptivo, observacional y transversal, en donde el método estadístico seleccionado para la investigación es un estudio no probabilístico por conveniencia, debido a que no hay asociación entre variables, ya que solo se identificaron los parásitos que se encontraron presentes en caninos y felinos. Para la descripción de los datos generados en la investigación, se utilizó el método descriptivo, calculando mediante tablas de frecuencia y porcentaje de la población de todos los pacientes que llegaron al Hospital Veterinario Chivo Pets y que tenían menos de 24 horas de haber fallecido en los días previamente establecidos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El objetivo de esta investigación fue la identificación de parásitos zoonóticos del género *Ancylostoma*. Se realizó un total de 100 exploraciones y revisiones de intestino delgado en caninos y felinos provenientes de diferentes zonas de El Salvador en un periodo de tres meses, observando la morfología de los parásitos adultos por medio de un microscopio y la medición de sus huevos encontrados en heces.

Al momento de realizar las exploraciones se colectaron los parásitos adultos de intestino delgado y se identificaron únicamente dos especies: *Ancylostoma caninum* y *Ancylostoma tubaeforme* (Figura 1).

La Tabla 1 muestra el total de exploraciones y revisiones del intestino delgado y la respectiva especie de *Ancylostoma* encontrada en caninos y felinos.

Para la identificación de los parásitos adultos, según Burrows (1962), la diferencia radica en la cápsula bucal; el autor menciona que la boca de *Ancylostoma tubaeforme* es más pequeña, debido a que los dientes ventrales y esofágicos son más grandes y se proyectan más hacia la cavidad bucal y generalmente son convexos en el margen anterior, mientras que *Ancylostoma caninum* tiene una cavidad bucal más grande debido a que los dientes ventrales y esofágicos son más pequeños, más cóncavos y algunas veces rectos. Se realizaron mediciones de la cavidad

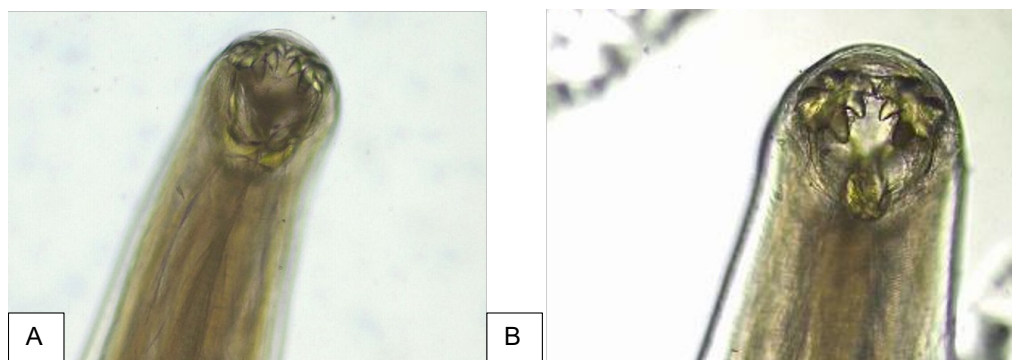
Tabla 1
Exploraciones y revisiones del intestino delgado

	A. caninum	A. tubaeforme	Negativos	TOTAL
CANINO	38	0	36	74
FELINO	0	12*	14	26
TOTAL	38	12	50	100

Nota. Cantidad de exploraciones y revisiones realizadas en caninos y felinos con especies de *Ancylostoma* encontrados

Figura 1

Cavidad bucal de los parásitos



Nota. (A) *Ancylostoma caninum*, (B) *Ancylostoma tubaeforme*

bucal para confirmar las especies de los parásitos, lo cual coincide con la teoría consultada; las mediciones realizadas en algunos ejemplares del parásito *Ancylostoma tubaeforme* fueron mayores que las registradas en *Ancylostoma caninum* (Figura 1).

El parásito *Ancylostoma caninum* tiene como hospedero definitivo al perro, y el parásito *Ancylostoma tubaeforme* tiene como hospedero definitivo al gato; no obstante, en este estudio se encontraron dos muestras sospechosas de *Ancylostoma caninum* en dos gatos (Figura 2 y Figura 3). Según Burrows (1962) se han encontrado infestaciones de *Ancylotoma caninum* en felinos; al mismo tiempo se ha descrito que en países como Australia y Tailandia, *Ancylosma caninum* en felinos tiene poca incidencia; sin embargo, otro estudio realizado por Liu et. al. (2013), demuestra por medio de PCR que la prevalencia de *Ancylostoma caninum* en gatos es bastante alta y que este parásito puede ser el principal huésped en algunas áreas de China

En el estudio hubo dos muestras de parásitos adultos provenientes de dos felinos que motivaron a suponer la presencia de *Ancylostoma caninum* en felinos. Uno de ellos, (Figura 3) presentó cierta discrepancia por el aspecto del adulto, debido a que sus dientes ventrales y esofágicos se observaron más pequeños, similar a lo observado en *Ancylostoma caninum*, sin embargo, las mediciones de los huevos en la muestra de heces fueron

de $63.25 \mu\text{m} \times 34.5 \mu\text{m}$, las cuales se encuentran dentro de los rangos de *Ancylostoma tubaeforme* y *Ancylostoma caninum*. En otro hallazgo obtenido en la investigación mostrado en la Figura 2, no se lograron observar en su cápsula bucal los dientes ventrales y esofágicos en su totalidad, y se añade que en la muestra de heces se visualizaron huevos de un tamaño que sobrepasaban los rangos de *Ancylostoma tubaeforme* en las bibliografías consultadas; estos variaron de $73.33 \mu\text{m} \times 53.58 \mu\text{m}$ y $76.15 \mu\text{m} \times 50.7 \mu\text{m}$, los cuales son rangos que se llegan a observar en *Ancylostoma caninum*. Debido a esto se sospecha que uno de los felinos muestreados pudo haber sido positivo a *Ancylostoma caninum*.

Estos resultados fortalecen la necesidad de disponer de otro tipo de pruebas, como PCR, para confirmar si *Ancylostoma caninum* y *Ancylostoma tubaeforme* son propios de las especies canina y felina respectivamente en El Salvador, o si ocurren infestaciones de ambas especies de parásitos tanto en felinos como en caninos, como se ha evidenciado en otros países.

A pesar de que la investigación consistió en identificar especies por medio de la cápsula bucal, se realizaron mediciones de longitud de los parásitos adultos, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 2).

Estos Según autores como Campillo (2001) y Urquhart (2001), las medidas macroscópicas de los adultos varían de uno a dos cm, mientras que Taylor (2006) describe promedios de 15-20 mm en hembras y 12 mm en

Figura 2

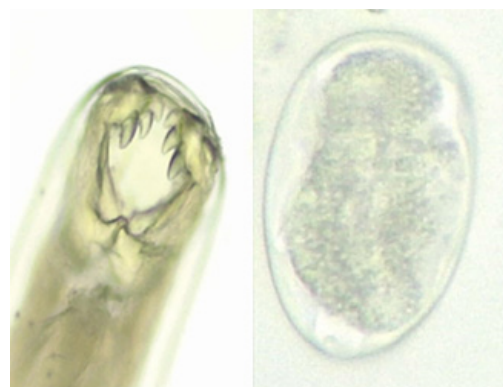
Sospecha de *Ancylostoma caninum*



Nota. Sospecha de *Ancylostoma caninum* con su respectivo huevo encontrado en el primer felino

Figura 3

Sospecha de *Ancylostoma caninum*



Nota. Sospecha de *Ancylostoma caninum* con su respectivo huevo encontrado en el segundo felino

- Recuperado el 30 nov 2023, de https://www.cfsph.iastate.edu/FastFacts/spanish/S_ancilostomiasis.pdf
- Cordero del Campillo, M. (2001). Parasitología Veterinaria. Ancilostomatidosis. 2da. ed. Madrid. España McGraw Hill. 642-646 pp.
- Delgado, M; Salgado, M. (2009). Crisis y pobreza en El Salvador. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado el 17 sept. 2023, de https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1361886874CrisispobrezaruralElSalvadorpolicybriefsDTR1_rimisp_cardumen.pdf
- Epe, C. (2009). Intestinal nematodes: biology and control. The Veterinary clinics of North América. *Small animal practice*, 39(6): 1091-107. [En línea]. Recuperado el 18 de nov 2023, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19932365/>
- Foreyt, William J. (2001). Diagnostic Techniques. Veterinary Parasitology Reference Manual. Washington. Blackwell Publishing.
- Forster, L; Liotta, J; Yaros, J; Briggs, K; Mohammed, H; Bowman, D. (2012). Morphological Differentiation of Eggs of *Ancylostoma caninum*, *Ancylostoma tubaeforme*, and *Ancylostoma braziliense* From Dogs and Cats in the United States. *Journal of Parasitology*, 98 (5). 1041-1044 pp. [En línea]. Recuperado el 24 sep. 2023, de <https://bioone.org/journals/journal-of-parasitology/volume-98/issue-5/GE-2928.1/Morphological-Differentiation-of-Eggs-of-Ancylostoma-caninum-Ancylostoma-tubaeforme-and/10.1645/GE-2928.1.short>
- Fossum, TW; Hedlund, CS; Johnson, AL; Schulz, KS; Seim, HB; Willard, MD; Bahr, A; Carrol, GL. (2009). Cirugía en pequeños animales. Barcelona, España. ELSEVIER. 3 ed. ISBN: 978-84-8086-366-7.
- Gómez, L; Atehortua, C; Orozco, S. (2007). La influencia de las mascotas en la vida humana (en línea). *Revista Colombiana de ciencias pecuarias*, 20:377-386. [En línea]. Recuperado el 17 sep. 2023, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a16.pdf>
- González, J; González, Y; Hernández, N; Herranz, P; Vidaurrázaga, C. (2015). Infestación cutánea diseminada por Larva Migrans. Medicina de Familia. SEMERGEN 41(8). 458-460pp. [En línea]. Recuperado el 22 de sep. 2023, de <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-infestacion-cutanea-diseminada-por-larva-S1138359314004845>
- INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo). (2014). *Ancylostoma* spp. [En línea]. Recuperado el 10 oct. 2023, de <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/parasitos/ancylostoma-spp.#viabilidad0>
- Kladkempetch, D; Tangtrongsup, S; Tiwananthagorn, S. (2020). *Ancylostoma ceylanicum*: The Neglected Zoonotic Parasite of Community Dogs in Thailand and Its Genetic Diversity among Asian Countries. *Veterinary Microbiology and Parasitology*, 10(11). [En línea]. Recuperado el 19 de nov 2023, de <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/11/2154>
- Landmann, J; Prociv, P. (2003). Experimental human infection with the doghookworm *Ancylostoma caninum*. *The Medical Journal of Australia*, 178(2). [En línea]. Recuperado el 23 de sep 2024, de <https://www.mja.com.au/journal/2003/178/2/experimental-human-infection-dog-hookworm-ancylostoma-caninum#:~:text=caninum%20develop%20directly%20into%20adult,to%20provoke%20symptomatic%20eosinophilic%20enteritis>
- Lee, A; Epe, C; Bowman, D. (2013). Comparision of *Ancylostoma caninum* worm counts acquired by endoscopy and necropsy. *Veterinary Parasitology*, 196 (3). [En línea]. Recuperado el 10 de ago 2024, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401713001672?via%3Dihub>
- Liu, Y., Li, J., & Zhao, X. (2013). Prevalence of *Ancylostoma caninum* in cats determined by PCR in China. *Veterinary Parasitology*, 196(3). [En línea]. Recuperado el 10 de agosto de 2024, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401713001672>
- López, J; Abarca, K; Paredes, P; Inzunza, E. (2006). Parásitos intestinales en caninos y felinos con cuadros digestivos en Santiago, Chile. Consideraciones en Salud Pública. *Revista médica de Chile*, 134 (2): 193-200. [En línea]. Recuperado el 17 sept. 2023, de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872006000200009
- Lucio, A; Liotta, J; Yaros, J; Briggs, K; Mohammed, H; Bowman, D. (2012). Morphological differentiation of eggs of *Ancylostoma caninum*, *Ancylostoma tubaeforme*, *Ancylostoma braziliense* from dogs and cats in the United States. *Journal of Parasitology*, 98(5). [En línea]. Recuperado el 31 de julio 2024, de <https://bioone.org/journals/journal-of-parasitology/volume-98/issue-5/GE-2928.1/Morphological-Differentiation-of-Eggs-of-Ancylostoma-caninum-Ancylostoma-tubaeforme-and/10.1645/GE-2928.1.short>
- Melara Peña, MM. 2017. Presencia de parásitos zoonóticos (*Ancylostoma* spp. y *Toxocara* spp.) en heces de perros (*Canis lupus familiaris*) en los parques: Bicentenario, Cafetalón, Colonia Satélite Cuscatlán (en línea). Tesis. Lic.M.V.Z. San Salvador, El Salvador,UES. Consultado 22 sep. 2023. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/14823/1/13101644.pdf>
- Ministerio de Salud 2014 (MINSAL). (2014). Plan Nacional para prevención, control y eliminación de las enfermedades infecciosas desatendidas. Geohelmintiasis. [En línea]. Recuperado el 23 sep 2024, de https://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/planes/plan_control_enfermedades_infecciosas_desatendidas.pdf
- Moreno Cardenti, BR; Flores Ortiz, G; Sandoval Guzmán, MP. (2006). Manual de Técnicas de Necropsia Patología General. Ciudad de México, México. UNAM.
- Okoshi, S; Murata, Y. (1966). *Ancylostoma caninum* Ercolani, 1859 and *A. tubaeforme* Seder, 1800 found in cats in Japan (en línea). *The Japanese Journal of Veterinary Science*, 28 (6). <https://doi.org/10.1292/jvms1939.28.287>
- OPS (Organización Panamericana de la Salud), s.f. Zoonosis [En línea]. Recuperado el 17 sept. 2023, de <https://www.paho.org/es/temas/zoonosis>

- Parada, J; Romero, F; Montoya, O. (2015). Prevalencia de parasitismo intestinal y factores socioculturales relacionados presentes en niños menores de 10 años que consultan en las unidades comunitarias en salud familiar de San Francisco Javier, Berlín y La Cruz de Estanzuelas de Usulután, en el periodo comprendido de junio- agosto de 2015. [En línea]. Tesis. Dr. Med. San Miguel. El Salvador, UES. Recuperado el 30 nov. 2023, de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/16976/1/50108346.pdf>
- Peña, G; Florangel, F; del Toro, A; Hernández, A; Zapata, M. (2017). Zoonosis parasitarias causadas por perros y gatos, aspecto a considerar en Salud Pública de Cuba (en línea). *Revista electrónica de veterinaria*, 18 (10). Recuperado el 17 sept. 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653470002.pdf>
- Prociv, P; Croese, J. (1990). Human eosinophilic enteritis caused by dog Hookworm *A. caninum*. *The Lancet* (335). [En línea]. Recuperado el 23 sept. 2024, de [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PII0140-6736\(90\)91186-E/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PII0140-6736(90)91186-E/fulltext)
- Quiroz Romero, H. (1990). Parasitología. *Ancylostoma*. 4ta ed. Ciudad de México. México. LIMUSA. 483-490 pp.
- Sears, W.J.; Cardenas, J.; Kubofcick, J.; Nutman, T.B.; Cooper, P.J. (2022). Zoonotic *Ancylostoma ceylanicum* Hookworm Infection, Ecuador. *Emerging Infectious Diseases*, 28 (9):1867-1869. doi:10.3201/eid2809.220248
- Taylor, A. (2016). *Veterinary Parasitology. Ancylostoma*. 4ta ed. Oxford. UK. Blackwell Publishing 37-39 pp.
- University of Saskatchewan. (2020). *Ancylostoma caninum*. [En línea]. Recuperado el 15 oct 2024, de <https://wcvm.usask.ca/learnaboutparasites/parasites/ancylostoma-caninum.php>
- Urquhart, G.M.; Armour, J.; Duncan, J.; Dunn, A.; Jennings, F. (2001). Parasitología Veterinaria. *Ancylostoma*. Zaragoza. España. ACRIBA. 60-62 pp.
- USASK (University of Saskatchewan). (2021). *Ancylostoma tubaeforme*. [En línea]. Recuperado el 16 de nov. 2023, de <https://wcvm.usask.ca/learnaboutparasites/parasites/ancylostoma-tubaeforme.php>
- Varela, C.; Varela, C.; Pascual, M. (2002). Larva migrans cutánea: diagnóstico de sospecha y tratamiento en Atención Primaria. *MEDIFAM: revista de medicina familiar y comunitaria*, 12(10):655-657. [En línea]. Recuperado el 4 de sep 2023, de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1131-57682002001000008
- Wheeler, L. (2018). *Veterinary Parasitology. Ancylostoma sp.* [En línea]. Recuperado el 28 de nov. 2023, de <https://www.veterinaryparasitology.com/ancylostoma.html>
- Youssefi, M.; Hoseini, S.; Hoseini, S.; Zaheri, B.; Abouhosseini, M. (2010). First report of *Ancylostoma tubaeforme* in Persian Leopard (*Panthera pardus saxicolor*). *Iran J. Parasitol.* 5(1): 61-3 [En línea]. Recuperado el 19 de sep 2023, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22347237/>
- Yoshikawa, M; O uji, Y; Hirai, N; Nakamura, F; Yamada, M; Arizono, N; Akamatsu, N; Yoh, T; Kaya, D; Nakatani, T; Eiryo, K; Katami, Y; Satoh, K; Maki, R; Miyazato, Y; Oba, Y; Kasahara, K; Mikasa, K. (2018). *Ancylostoma ceylanicum*, novel etiological agent for traveler's diarrhea -report of four Japanese patients who returned from Southeast Asia and Papua New Guinea. *Tropical Medicine and Health*, 46 (6). [En línea]. Recuperado el 27 de nov. 2023, de <https://tropmedhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41182-018-0087-8#Sec2>
- Zajac, A; Conboy, G. (2006). *Veterinary Clinical Parasitology. Microscope Calibration*. 7° ed. Oxford. UK. Blackwell Publishing 14 pp.



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro

REVISTA AGROCIENCIA

E - ISSN 2522-6509

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
Final Avenida Mártires del 30 de Julio de 1975,
Ciudad Universitaria "Dr. Fabio Castillo Figueroa",
San Salvador, El Salvador.

TEL (503) 2225-1506, E-mail: revista.agrociencia@ues.edu.sv

URL: <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia>

ISSN 2522-6509

