



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE  
**CIENCIAS  
AGRARIAS**

**EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO Y  
DE SOLUCIONES NUTRITIVAS ELABORADAS A  
PARTIR DE BIOINSUMOS, SOBRE LA RESPUESTA  
VEGETATIVA Y PRODUCTIVA EN PLANTAS DE  
SOLANUM LYCOPERSICUM TIPO COCKTAIL “OP”**

**Tesis para la obtención del Título de Grado de INGENIERÍA  
EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**Tesista: Marcio Galli**

**Mendoza, Argentina  
2025**

**EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO Y SOLUCIONES NUTRITIVAS  
ELABORADAS A PARTIR DE BIOINSUMOS, SOBRE LA RESPUESTA VEGETATIVA Y  
PRODUCTIVA EN PLANTAS DE *SOLANUM LYCOPERSICUM* TIPO COCKTAIL “OP”**

**Autor:** Galli, Marcio  
[marcio.galli.3@gmail.com](mailto:marcio.galli.3@gmail.com)

**Director:** Aguado, German Dario  
aguado.german@inta.gob.ar

**Codirector:** Pisi, Gabriel Enrique  
pisi.gabriel@inta.gob.ar

## RESUMEN

En Mendoza, el cultivo de tomate es una actividad económica clave, pero enfrenta desafíos ambientales derivados de las prácticas agrícolas convencionales, como la erosión del suelo, la pérdida de fertilidad, la reducción de la biodiversidad y la excesiva dependencia de insumos químicos. Estos factores impulsan la búsqueda de alternativas sostenibles que mantengan la productividad sin comprometer los recursos naturales. En este contexto, los sistemas de cultivo sin suelo y el uso de bioinsumos han sido propuestos como estrategias para mejorar la producción en regiones áridas, reduciendo la necesidad de fertilizantes sintéticos y optimizando el uso de los recursos.

Este estudio evaluó tres sistemas de cultivo (bolsa de cultivo, contenedor modular continuo y suelo) y cinco soluciones nutritivas (biol, té de compost aireado, té de compost no aireado, fertilizante comercial y agua) para determinar su efecto en la respuesta vegetativa y productiva del tomate tipo Cocktail "OP". Se plantearon las hipótesis de que los sistemas elaborados a partir de bioinsumos pueden generar un ambiente adecuado para una respuesta vegetativa y productiva comparable a la de los cultivos en suelo, que las soluciones nutritivas orgánicas son una alternativa viable a los fertilizantes sintéticos y que la combinación de ambos factores podría generar efectos sinérgicos. Se implementó un diseño experimental factorial de bloques completos al azar con 15 tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, totalizando 60 parcelas. Se evaluaron variables productivas como el rendimiento total, el número de frutos por planta, el peso promedio de los tomates, el diámetro del tallo y el índice relativo de clorofila (IRC).

Los resultados mostraron que el sistema de cultivo fue el principal determinante del rendimiento, con valores significativamente superiores en las bolsas de cultivo, seguidas por el contenedor modular continuo, mientras que el suelo presentó los menores valores de producción. Este comportamiento podría atribuirse a la mejor retención de humedad y disponibilidad de nutrientes en los sistemas sin suelo. En cuanto a las soluciones nutritivas, no se encontraron diferencias significativas en la mayoría de las variables evaluadas, aunque el fertilizante comercial mostró una leve tendencia a incrementar el IRC. Sin embargo, los tratamientos con bioinsumos lograron resultados comparables, lo que refuerza su viabilidad como alternativa a los fertilizantes sintéticos sin afectar la productividad del cultivo.

No se encontró una interacción significativa entre los sistemas de cultivo y las soluciones nutritivas en la mayoría de las variables medidas, lo que indica que el efecto de las soluciones nutritivas fue independiente del sistema de cultivo utilizado. Este resultado destaca la importancia de continuar investigando la forma de optimizar la interacción entre sistemas de cultivo y bioinsumos para maximizar la eficiencia productiva.

En conclusión, los sistemas de cultivo sin suelo demostraron ser una estrategia eficiente para la producción de tomate en regiones áridas, ofreciendo rendimientos competitivos sin necesidad de fertilizantes sintéticos y reduciendo el impacto ambiental del modelo convencional. Asimismo, los bioinsumos mostraron efectos equivalentes a los fertilizantes comerciales, lo que refuerza su potencial en la agricultura sostenible. La ausencia de una interacción fuerte entre sistemas de cultivo y soluciones nutritivas sugiere que el tipo de sustrato es el factor más relevante en la productividad estos agroecosistemas. Se

recomienda continuar con para evaluar estos sistemas bajo condiciones de mayor estrés ambiental y realizar mediciones directas de nutrientes en sustratos y plantas, para optimizar su aplicación en escenarios productivos existentes.

**Palabras clave:** tomate, bioinsumos, agroecología, sistemas de cultivo, compost, biol.

## ABSTRACT

Mendoza, tomato cultivation is a key economic activity but faces environmental challenges due to conventional agricultural practices, such as soil erosion, fertility loss, biodiversity reduction, and dependency on chemical inputs. These factors drive the search for sustainable alternatives that maintain productivity without compromising natural resources. In this context, soilless cultivation systems and bioinputs have been proposed as strategies to improve production in arid regions, reducing the need for synthetic fertilizers and optimizing resource use.

This study evaluated three cultivation systems (grow bags, continuous modular container, and soil) and five nutrient solutions (biol, aerated compost tea, non-aerated compost tea, commercial fertilizer, and water) to determine their effect on the vegetative and productive response of Cocktail "OP" tomato plants. The hypothesis was that cultivation systems with bioinputs can provide a suitable environment for plant development comparable to soil-based systems, that bioinput-based nutrient solutions can replace synthetic fertilizers, and that the combination of both factors could generate synergistic effects. A randomized complete block design was implemented with four replications per treatment, totaling 60 experimental plots. Productive variables such as total yield, the number of fruits per plant, average fruit weight, stem diameter, and relative chlorophyll index (IRC) were evaluated.

Results showed that the cultivation system was the primary determinant of yield, with significantly higher values in grow bags, followed by the continuous modular container, while soil had the lowest production values. This behavior could be attributed to better moisture retention and nutrient availability in soilless systems. Regarding nutrient solutions, no significant differences were found in most evaluated variables, although commercial fertilizer showed a slight tendency to increase IRC. However, treatments with bioinputs achieved comparable results, reinforcing their viability as an alternative to synthetic fertilizers without negatively affecting crop productivity.

No significant interaction was found between cultivation systems and nutrient solutions in most measured variables, indicating that the effect of nutrient solutions was independent of the cultivation system used. However, in some cases, the combination of commercial fertilizer with grow bags slightly improved yield, suggesting that certain types of inputs could enhance their effect when combined with specific substrates. This result highlights the importance of further investigating how to optimize the interaction between cultivation systems and bioinputs to maximize production efficiency.

In conclusion, soilless cultivation systems proved to be an efficient strategy for tomato production in arid regions, offering competitive yields without the need for synthetic fertilizers and reducing the environmental impact of the conventional model. Additionally, bioinputs showed effects equivalent to commercial fertilizers, reinforcing their potential in sustainable

agriculture. The absence of a strong interaction between cultivation systems and nutrient solutions suggests that the substrate type is the most relevant factor in crop productivity. Further studies are recommended to evaluate these systems under greater environmental stress conditions and to conduct direct nutrient measurements in substrates and plants to optimize their application in real agricultural settings.

**Keywords:** tomato, bioinputs, cultivation systems, sustainability, agroecology.

## AGRADECIMIENTOS

Dicen que ningún camino se recorre solo, y este, en particular, ha estado lleno de huellas imborrables. Esto no es solo una tesis, sino que representa el resultado de años de esfuerzo y estudio y también el reflejo de quienes han acompañado, alentado y, de una u otra manera, sido parte de este viaje.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, a la Universidad Nacional de Cuyo, al INTA, y a los profesores que con vocación compartieron su conocimiento y su tiempo, gracias por brindar el espacio donde el pensamiento crítico y la curiosidad de comprender la complejidad de este mundo que habitamos puedan florecer.

A mis directores, los ingenieros Gabriel Pisi y German Aguado, quienes me motivaron y orientaron en este último tramo del camino.

A mi familia, a mi madre, hermana y hermano, por ser sostén y faro en cada desafío, a mi tía por siempre creer en mí y respaldar mi decisión de elegir esta carrera. A mi padre, el ingeniero Walter Galli, a quien la vida no me permitió tener físicamente en este recorrido, pero cuya presencia ha sido constante en cada paso. Este logro es suyo también. A él va dedicado este esfuerzo y esta meta alcanzada.

A Agustina, mi compañera de vida, por ser abrigo en los momentos de duda y calma en las tormentas. Por recordarme en los días más pesados por qué empecé este camino y por motivarme a seguir cuando las fuerzas flaqueaban. Por celebrar mis logros como propios y caminar a mi lado, siempre.

A mis amigos de siempre, y a aquellos que la facultad me brindó: gracias por las risas en medio del caos, por los apuntes compartidos, las noches de estudio interminables y por hacer que la tediosa tarea de convertirse en ingeniero se haga más liviana. La amistad, en estos años, fue tanto un refugio como un motor.

También a la naturaleza, la eterna maestra. Porque en sus ciclos aprendí el significado de presencia y paciencia, en sus paisajes encontré inspiración, y en su quietud hallé las respuestas que a veces la razón no pudo darme. Porque en el murmullo del río, en el viento que sacude los árboles, en la inmensidad de la montaña, siempre estuvo el motivo de por qué elegí este camino.

Y, por último, a mí mismo. Porque seguí adelante a pesar de las dudas, porque enfrenté el cansancio y el miedo, porque aprendí a confiar en mi propio esfuerzo y a valorar cada pequeño avance. Porque elegí no rendirme, porque entendí que los tropiezos también enseñan, que el caos no es enemigo, sino maestro, y que el verdadero éxito no es llegar, sino disfrutar el camino.

Este es un logro compartido. Gracias a cada uno de ustedes por ser parte de esta historia.

## Tabla de contenido

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                                      | 1  |
| 1.1. Fundamentación .....                                                 | 1  |
| 1.2. Hipótesis.....                                                       | 2  |
| 1.3. Objetivo general.....                                                | 2  |
| 1.4. Objetivos específicos.....                                           | 2  |
| 2. Marco teórico .....                                                    | 2  |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS.....                                              | 4  |
| 2.1. Diseño experimental .....                                            | 4  |
| 2.2. Preparación de los plantines .....                                   | 6  |
| 2.3. Preparación de los sustratos y sistemas de cultivo .....             | 7  |
| 2.3.1. Contenedor Modular Continuo (CMC) .....                            | 7  |
| 2.3.2. Bolsa de Cultivo (BC).....                                         | 7  |
| 2.3.3. Cultivo en Suelo (S) .....                                         | 8  |
| 2.4. Preparación y caracterización de los tratamientos nutricionales..... | 8  |
| 2.4.1. Biol (B).....                                                      | 8  |
| 2.4.2. Té de compost aireado (TA) y te de compost no aireado (TNA) .....  | 9  |
| 2.4.3. Fertilizante comercial .....                                       | 9  |
| 2.4.4. Aplicación de los productos, riego y manejo del cultivo .....      | 9  |
| 2.5.1. Índice Relativo de Clorofila (IRC).....                            | 11 |
| 2.5.2. Diámetro del tallo .....                                           | 11 |
| 2.6. Variables de respuesta productiva .....                              | 12 |
| 2.6.1. Grados brix .....                                                  | 12 |
| 2.6.2. Rendimiento.....                                                   | 12 |
| 2.6.3. Peso medio de los tomates.....                                     | 12 |
| 2.6.4. Número de tomates por planta.....                                  | 12 |
| 2.6.5. Rendimiento por planta o peso total de tomates por planta .....    | 12 |
| 2.7. Análisis estadístico .....                                           | 12 |
| 3. RESULTADOS .....                                                       | 13 |
| 3.1. Variables de respuesta productiva .....                              | 13 |
| 3.1.1. Rendimiento .....                                                  | 13 |
| 3.1.2. Grados brix.....                                                   | 14 |
| 3.1.4. Peso medio de los tomates.....                                     | 15 |
| 3.1.5. Número de tomates por planta. ....                                 | 15 |
| 3.2. Variables de respuesta vegetativa .....                              | 17 |
| 3.2.1. Índice Relativo de Clorofila (IRC).....                            | 17 |
| 3.2.2. Diámetro del tallo. ....                                           | 18 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 3. DISCUSIÓN.....    | 19 |
| 4. CONCLUSIÓN.....   | 20 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA..... | 20 |

## Índice de tablas y figuras

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Niveles de los factores del diseño experimental con su respectiva referencia.....                                                    | 5  |
| Tabla 2. Disposición de las parcelas en el invernadero. ....                                                                                  | 5  |
| Figura 1. Plantines de tomate luego de .....                                                                                                  | 6  |
| Figura 2. En la foto de la izquierda se observa la placa de petri.....                                                                        | 7  |
| Tabla 3. Componentes incorporados al proceso de producción del Biol. ....                                                                     | 8  |
| Tabla 4. La tabla muestra los valores promedio de conductividad eléctrica (CE) y pH para cada solución madre de los bioinsumos aplicados..... | 10 |
| Figura 3. Plantas de tomate antes de su primera cosecha .....                                                                                 | 11 |
| Figura 4. Rendimiento promedio de tomates (g) en función .....                                                                                | 14 |
| Figura 5. Grados brix de los frutos en función de los sistemas de cultivo .....                                                               | 15 |
| Figura 6. Peso medio de los tomates (g) en función de los sistemas de cultivo .....                                                           | 15 |
| Figura 7. Número promedio de tomates por planta en función de los sistemas de cultivo.....                                                    | 16 |
| Figura 8. Rendimiento promedio por planta (g/planta) en función de los sistemas de cultivo .....                                              | 17 |
| Figura 9. Distribución del índice relativo de clorofila (IRC) en función de los sistemas de cultivo .....                                     | 17 |
| Figura 10. Diámetro promedio del tallo en función de los sistemas de cultivo. ....                                                            | 18 |
| Tabla 5. Resumen de las medias de las variables evaluadas para todos los tratamientos de sistemas de cultivo y soluciones nutritivas .....    | 18 |





# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Fundamentación

En la provincia de Mendoza, el cultivo de tomate representa una actividad económica de gran importancia, siendo esta hortaliza la segunda más cultivada en el mundo en cuanto a volumen producido. Tanto la demanda como la producción de tomates siguen incrementándose año tras año (Escalona V. et al., 2009; FAO, 2013; INDEC, 2003; Viteri M. et al., 2013).

Sin embargo, el enfoque convencional de este cultivo, que incluye el uso de suelo in situ, fertilizantes comerciales y paquetes tecnológicos, es el más comúnmente empleado. Este enfoque conlleva varias implicancias negativas para el ambiente y la sostenibilidad del agroecosistema. Entre los problemas asociados a las prácticas agrícolas convencionales se encuentran la erosión y pérdida de fertilidad del suelo, la contaminación por agroquímicos, el desmonte, la ineficiencia energética, la dependencia de combustibles fósiles, el incremento de costos y la contribución al calentamiento global. (Acuña, et al., 2006; Polack et al., 2020; Landini & Beramendi, 2020).

La agricultura moderna, impulsada por la Revolución Verde, ha priorizado la maximización de la producción mediante el uso masivo de fertilizantes, pesticidas sintéticos y maquinaria pesada. Aunque esta intensificación ha permitido un aumento significativo de la producción agrícola mundial, también ha tenido consecuencias ambientales graves. La simplificación de los sistemas productivos y la dependencia de insumos externos han degradado los recursos naturales, volviendo a muchos agroecosistemas frágiles y dependientes de insumos externos para mantener su productividad. Al mismo tiempo, el uso intensivo de pesticidas ha provocado la pérdida de biodiversidad y el desarrollo de resistencia a los mismos productos (Mamani & Filippone, 2018).

Frente a estos desafíos, surge la necesidad de explorar enfoques alternativos que promuevan la sostenibilidad y la conservación ambiental acompañado de una menor dependencia de insumos externos. En este sentido, y en respuesta al aumento de los precios de los combustibles fósiles y, por ende, de los fertilizantes sintéticos, los bioinsumos se están posicionando como una alternativa económicamente atractiva y ecológicamente aceptable. Los biofertilizantes, bioestimuladores y bioplaguicidas, elaborados a partir de microorganismos benéficos del suelo y residuos orgánicos, ofrecen una opción asequible para reducir la dependencia de insumos químicos y mejorar la salud del sistema agrícola, haciendo de la agricultura una práctica más sostenible. Además, existe un interés creciente en el mercado por productos libres de pesticidas y agroquímicos, lo que se refleja en la demanda de alimentos saludables producidos en sistemas agroecológicos. Esta tendencia impulsa a los productores a diseñar sus agroecosistemas de manera más sostenible (IICA, 2015; Creus, 2014; Funes-Pinter et al., 2019).

Es importante destacar que los suelos de la provincia de Mendoza, y de la región cuyana en general pertenecen a la región central del monte argentino, caracterizada por un ambiente árido con suelos de escasa estructura, baja fertilidad y reducidos niveles de materia orgánica, por lo que, en un contexto de cambio climático, aumentan los efectos potenciales como la pérdida de suelo y la desertificación, lo que agrava la escasez de suelos aptos para el desarrollo agrícola. Sumado a esto, en suelos tradicionalmente utilizados para cultivo, existe la presencia de factores limitantes para la continuidad de su uso, como, por ejemplo, salinización, enfermedades y agotamiento disminución de la calidad agrícola (Burés 1997; Reed, 1999; Abad et al., 2004). Por esta razón, los sistemas de cultivo sin suelo son una alternativa viable para la continuidad de uso de estos espacios degradados con fines productivos. Los sustratos elaborados a partir de bioinsumos, como los utilizados en el presente trabajo, representan una opción viable para el crecimiento productivo y económico de la región, (Abril et al., 2014; Hernández Alvarado et al., 2016).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de diferentes sistemas de cultivo y soluciones nutricionales elaboradas a partir de bioinsumos, en el desarrollo vegetativo y productivo de las plantas de tomate tipo Cocktail "OP" (*Solanum lycopersicum*). Se analizó el efecto individual de cada manejo nutricional y de cada sistema de cultivo, así como las posibles interacciones entre estos factores, con la intención de proporcionar alternativas de prácticas que aporten a la sostenibilidad de la producción de tomates en Mendoza. Se espera que los resultados de esta investigación mejoren la comprensión de la respuesta de los cultivares de tomate frente a la implementación de prácticas agrícolas diferenciales, que promuevan un manejo integral y sostenible de los recursos naturales.

#### Hipótesis

1. Los sistemas de cultivo elaborados a partir de bioinsumos son una alternativa viable para lograr una respuesta vegetativa y productiva comparable con el sistema de cultivo en suelo en plantas de tomate.
2. Las soluciones nutritivas elaboradas a partir de bioinsumos son una opción de manejo nutricional factible de ser utilizado, como alternativa al uso de fertilizante de origen sintético en el cultivo de tomate.
3. Existe interacción entre los sistemas de cultivo y las soluciones nutritivas basadas en bioinsumos sobre las variables vegetativas y productivas.

### 1.2. Objetivo general

Evaluar el efecto individual y combinado de distintos sistemas de cultivo (contenedor modular continuo, bolsa de cultivo y suelo) y soluciones nutritivas (biol, te de compost y fertilizante comercial) elaboradas a partir de bioinsumos, en la respuesta vegetativa y productiva de las plantas de tomate *Solanum lycopersicum* Tipo Cocktail "OP".

### 1.3. Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de distintos sistemas de cultivo sobre la respuesta vegetativa y productiva de las plantas de tomate.
2. Determinar el efecto de las distintas soluciones nutritivas sobre la respuesta vegetativa y productiva del cultivo.
3. Evaluar el efecto sinérgico entre las soluciones nutritivas y los sistemas de cultivo sobre el rendimiento de tomate.

## 2. Marcoteórico

Actualmente, la tendencia en la agricultura es buscar alternativas que incrementen los rendimientos y la calidad de los productos, mientras se disminuye el uso de agroquímicos debido a su impacto negativo en el ambiente. Este objetivo puede lograrse mediante la adopción de técnicas dirigidas hacia una agricultura con enfoque ecológico de manejo, en la cual se emplean productos ricos en microorganismos benéficos y elementos esenciales para los cultivos. La biodiversidad del medio donde se desarrollan los cultivos es crucial para el correcto funcionamiento de los agroecosistemas, ya que las propiedades bioquímicas de la rizósfera, son esenciales para la provisión de nutrientes y la retención de agua. La actividad biológica en esta

zona es un indicador clave del éxito de los cultivos (Acuña et al., 2006; Hiltner et al., 1904; Anzures Mendoza, 2014)

En este contexto, los bioinsumos han emergido como una alternativa sostenible para mejorar la productividad agrícola mediante la estimulación de la actividad biológica benéfica, al mismo tiempo que mitigan el impacto de los insumos convencionales sobre el equilibrio de los agroecosistemas. Estos productos, derivados de compuestos o extractos de microorganismos o plantas, tienen la capacidad de mejorar la productividad, calidad y sanidad de los cultivos tras su aplicación, reduciendo la necesidad de fertilizantes sintéticos, pesticidas y fungicidas. A su vez, muchos bioinsumos se elaboran a partir de desechos orgánicos de la agroindustria, lo que no solo disminuye el impacto ambiental, sino que también refuerza la sostenibilidad al cerrar el ciclo de materiales, aprovechando estos residuos de una manera beneficiosa (A. Mamani & Filippone, 2018; Jindo et al., 2022; Hernández, 2021; Muhlack et al., 2018).

Los bioinsumos modernos tienen sus raíces en prácticas agrícolas históricas basadas en observaciones empíricas de los procesos y efectos que tenían dichos productos, y hoy en día se han convertido en componentes clave de la agroecología. Estos se clasifican en biofertilizantes y biopesticidas según su efecto sobre las plantas. Los biofertilizantes, en particular, son reconocidos por aportar nutrientes esenciales y estimular la actividad microbiana en el suelo y en algunos sustratos, lo que mejora su fertilidad, estructura y capacidad para retener agua y nutrientes (Mamani & Filippone, 2018).

Los bioles son bioinsumos líquidos obtenidos mediante la digestión anaeróbica de materia orgánica, conocidos por su bajo costo económico y su capacidad para activar microorganismos benéficos en algunos sustratos, mientras que el té de compost, por otro lado, es una infusión acuosa de compost maduro que recupera la microbiota del medio, aumentando su biodiversidad y actuando como fertilizante natural. En los tés se extraen activamente los agentes biológicos y nutrientes solubles para las plantas con agregado a la solución de sustratos para desarrollo microbiano y puede estar o no aireado con bombas para proveer suficiente oxigenación (Funes Pinter, et. al., 2022; Chiriboga et al., 2015; INIA, 2008; FAO, 2023; Daniel & Grasser, 2017; Mc Donel, 2018; Shrestha et al. 2011).

El uso de bioinsumos en sistemas de cultivo, como el compost mezclado con otros materiales, ha mostrado ser una alternativa viable y sostenible en la producción agraria, especialmente ante la ausencia de suelos agrícolas adecuados. Estos sustratos utilizados en sistemas parcialmente aislados del medio, incrementan la carga de nutrientes del suelo, lo que indica una mayor disponibilidad de N para las plantas sin depender de los procesos edáficos naturales. Diversos estudios han demostrado que el compost como componente en la formulación de sustratos es una opción sostenible para la producción de tomates, de este modo, se ha comprobado que la combinación de compost con medios inertes mejora las características físicas y químicas de los sustratos, lo que resulta en un aumento considerable de los rendimientos, manteniendo la calidad del producto. (Márquez Hernández et al., 2008; Salas-Pérez et al., 2016; Fortis-Hernández et al., 2012)

Del mismo modo, se han investigado los efectos del uso de biofertilizantes, comprobando que la fertilización orgánica puede satisfacer las necesidades nutricionales del tomate durante todo su ciclo de producción. En particular, los bioles y los tés de compost han demostrado ser fertilizantes de alta calidad y bajo costo (Márquez Quiroz et al., 2014; Funes-Pinter et al., 2020; Guzmán C. et al., 2014; Sansoni, 2023). Sin embargo, el rendimiento logrado con los tés de compost puede ser variable, a menudo alcanzando rendimientos intermedios entre los tratamientos estudiados. Esta variabilidad depende en gran medida del origen del compost, del material utilizado en el compostaje y de la interacción con el medio donde se aplica, lo que condiciona su efectividad como fertilizante (Anzures Mendoza, 2014; Funes-Pinter et al., 2020). Por otro lado, el biol ha demostrado alcanzar niveles de eficacia productiva similares a los fertilizantes sintéticos comerciales, consolidándose como una alternativa eficiente y económica.

En relación con el efecto combinado entre sistemas de cultivo y tratamientos nutricionales existen trabajos que demuestran la importancia de la interacción entre ambos para optimizar los resultados en cultivos. Aveiga (2022) encontró que ni los bioles ni los sustratos influyen significativamente en las variables analizadas de manera aislada; sino que es la estrecha relación entre sustrato y biol la que resulta en diferencias significativas. Esto sugiere que el efecto de una misma concentración de biol puede variar según el sustrato con el que se combine, siendo beneficiosa en un sustrato y perjudicial en otro. De igual manera Sansoni (2023) afirmó que la combinación de bioinsumos líquidos con sustratos como el compost, incrementa muchas de las variables medidas, aunque no se pudo determinar una combinación ideal

En el presente estudio, se utilizaron biofertilizantes de origen orgánico como bioles y té de compost en el manejo nutricional del cultivo de tomate. Como base de uno de los sistemas de cultivo sin suelo propuesto, se utilizó un compost elaborado con orujo de uva, el cual es de gran relevancia en Mendoza, ya que aprovecha los residuos de la industria vitivinícola, transformando un subproducto en un recurso revalorizado para la agricultura. Este tipo de compost ha demostrado ser una materia prima adecuada para la producción de bioinsumos de alta calidad (Pisi, 2017; Funes-Pinter et al., 2019).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Durante el ciclo 2022-2023, se llevó a cabo un ensayo en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA, ubicada en Mayor Drummond, distrito del Departamento de Luján de Cuyo, Mendoza. En este ensayo, se evaluaron tres sistemas de cultivo distintos: dos de ellos pertenecientes a la categoría de sistemas de cultivo sin suelo, Bolsa de Cultivo comercial (BC) y Contenedor Modular Continuo (CMC), desarrollado en la EEA Mendoza del INTA, y el tercero, un sistema convencional sobre suelo formado in situ. Además, se probaron, en combinación con los tres sistemas de cultivo, cinco niveles de aporte nutricional: Agua (A), Biol (B), Té de Compost Aireado (TA), Té de Compost No Aireado (TNA) y Fertilizante Comercial (F)

#### **2.1. Diseño experimental**

El diseño experimental fue factorial en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Este diseño consta de 2 factores principales: el sistema de cultivo y la solución nutritiva aportada. El sistema de cultivo consta de tres niveles: Bolsa de Cultivo (BC), Contenedor Modular Continuo (CMC) y Cultivo en Suelo (S). Por otro lado, las soluciones nutritivas constituyen el segundo factor, con cinco niveles: Agua (A), Biol (B), Té de Compost Aireado (TA), Té de Compost No Aireado (TNA) y Fertilizante Comercial (F) (Tabla1). Cada combinación de sistema de cultivo (3) y solución nutritiva (5) se replicará cuatro veces, lo que resultará en un total de 60 parcelas experimentales (Tabla 2). Cada bloque y está compuesto por tres plantas ubicadas a 0,3 m entre sí, siendo este conjunto la unidad muestral del estudio. Cada combinación de un sistema de cultivo con una solución nutritiva compone un tratamiento, y, por tanto, se requirieron en total 180 plantas saludables que fueron ubicadas dentro de un invernadero en la EEA Mendoza del INTA.

Tabla 1. Niveles de los factores del diseño experimental con su respectiva referencia.

| Factor 1: sistema de cultivo | Referencia | Factor 2: solución nutritiva | Referencia |
|------------------------------|------------|------------------------------|------------|
| Bolsa de cultivo             | B          | Agua                         | 1          |
| CMC                          | C          | Biol                         | 2          |
| Suelo                        | S          | Te Aireado                   | 3          |
|                              |            | Te no Aireado                | 4          |
|                              |            | Fertilizante comercial       | 5          |

Tabla 2. Disposición de las parcelas en el invernadero.

| Bloque 1 |    |    | Bloque 2 |    |    | Bloque 3 |    |    | Bloque 4 |    |    |
|----------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|
| S2       | B3 | C5 | S3       | B5 | C1 | B5       | S3 | C3 | C5       | B1 | S3 |
| S1       | B2 | C1 | S5       | B1 | C5 | B1       | S2 | C4 | C3       | B2 | S5 |
| S4       | B4 | C4 | S1       | B2 | C2 | B2       | S1 | C5 | C2       | B5 | S4 |
| S5       | B1 | C3 | S4       | B3 | C4 | B3       | S5 | C1 | C1       | B3 | S2 |
| S3       | B5 | C2 | S2       | B4 | C3 | B4       | S4 | C2 | C4       | B4 | S1 |

Referencias: El sistema de cultivo esta denotado por letras; B (bolsa de cultivo), C (contenedor modular continuo) o S (suelo) continuado por el riego nutricional expresado en números; 1 (agua), 2 (biol), 3 (té aireado), 4 (té no aireado) o 5 (fertilizante comercial).



*Figura 1. Plantines de tomate luego de su trasplante ya ubicados en el invernadero donde se desarrolló el ensayo. En la imagen de la izquierda, en la cama del centro se logra visualizar el sistema de cultivo CMC, mientras que en el bloque de la derecha de la imagen podemos observar el sistema bolsa de cultivo y suelo. También puede observarse el sistema de riego por goteo utilizado.*

## **2.2. Preparación de los plantines**

Para asegurar la viabilidad de los plantines de tomate de crecimiento tipo indeterminado (*Lycopersicum solanum* variedad "OP"), se llevaron a cabo pruebas de germinación como primer paso. Se tomaron al azar 25 semillas de tomate almacenadas del año anterior (2021) en la EEA del INTA de Lujan de Cuyo, estas semillas se colocaron en una placa de Petri con papel absorbente humedecido en su interior, y tras un periodo de 3 días, se realizó el recuento de semillas germinadas, registrando un total de 23 radículas emergentes. Este resultado representó un alto porcentaje de poder germinativo, alcanzando un 92%.

Posteriormente, se seleccionaron 280 semillas con base en los resultados de las pruebas de germinación. Estas semillas fueron sembradas el 6 de septiembre del año 2022 en bandejas almacigueras tipo plug de 8x5 alveolos. Para la siembra se colocó una semilla por alveolo, y se utilizó un sustrato comercial modelo multipro marca Growmix, previamente humedecido para garantizar condiciones óptimas para la germinación y desarrollo inicial de las plántulas.

Las bandejas con las semillas sembradas se ubicaron en un invernadero con luz natural complementada con luz artificial y control de temperatura, manteniendo una temperatura promedio de aproximadamente 20°C. Los riegos se realizaron periódicamente por inmersión de las bandejas de cultivo en recipientes de polipropileno con las soluciones nutritivas, manteniendo el sustrato en condiciones próximas a capacidad de campo. La nutrición se proporcionó con complejos nutritivos Rootex (8-46-5.5, Cosmocel, México) y fertilizante iniciador (10-52-10, Plant-Prod, Canadá), ambos disueltos a 1,5 g.l<sup>-1</sup> en el agua de riego, efectuando dos aplicaciones semanales a partir de los 9 días después de siembra (dds). Complementariamente se aplicó, con idéntica frecuencia, una solución foliar nutritiva (Maxi-Grow, Cosmocel, México), con una concentración de 1,5 cm<sup>3</sup>.l<sup>-1</sup>.

Este proceso de preparación de los plantines constituyó una base sólida para el éxito del trasplante, el cual fue realizado en el sitio del ensayo 45 días después de sembradas.



*Figura 2. En la foto de la izquierda se observa la placa de petri con el papel absorbente humedecido en su interior, y sobre las semillas de tomate ya germinadas con su raíz emergente a la vista. A la derecha observamos las bandejas almacigueras donde se sembraron las semillas y se establecieron los plantines en el día 1 desde su sembrado.*

## **2.3. Preparación de los sustratos y sistemas de cultivo**

### **2.3.1. Contenedor Modular Continuo**

En primer lugar, se montó una estructura a modo de contenedor utilizando tablas de 40 cm de altura dispuestas en forma de rectángulo y contenidas por estacas de hierro. Esta estructura se complementó colocando una lámina de polipropileno de manera tal que cubra el suelo y los laterales, la cual fue perforada para permitir el drenaje adecuado del agua y evitar estancamientos que pudieran afectar el desarrollo de las raíces.

El sustrato utilizado para llenar la mesa de cultivo se preparó mezclando una proporción de 3/4 de compost de orujo de uva, el cual presentó un pH inicial de 7,1 y una conductividad eléctrica (CE) de 1,19 dSm<sup>-1</sup> en solución acuosa al momento de su utilización. Adicionalmente, se añadió 1/4 de turba rubia con un pH inicial de 4 y una conductividad eléctrica de 0,185 dSm<sup>-1</sup> al momento de su incorporación. La mezcla de estos componentes se realizó en seco utilizando métodos físicos hasta formar una composición homogénea. Como resultado de esta combinación, se logró un sustrato final con un pH de 6,4 y una conductividad eléctrica de 0,947 dSm<sup>-1</sup>. La metodología utilizada para medir pH y conductividad eléctrica fue dilución 1:5 v/v

### **2.3.2. Bolsa de Cultivo**

Para el sistema de cultivo en Bolsa de Cultivo (BC), se utilizaron bolsas de sustrato marca "Grow Mix". Las bolsas son fabricadas con turba de musgo sphagnum, compost de corteza fina, perlita y corrector de pH. La lectura del pH arrojó un valor de 5,4 y una conductividad eléctrica de 0,4 mScm<sup>-1</sup>, con un contenido de Materia Orgánica (MO) total del 85%.



En el sistema de cultivo estas bolsas se colocan horizontales en el suelo para posteriormente retirar los troqueles circulares del envoltorio y colocar directamente los plantines sin necesidad de verter el contenido de la bolsa. Esto facilita el trasplante de las plántulas, y aísla parcialmente el medio donde se desarrollarán las raíces, asegurando un ambiente adecuado para su crecimiento.

### 2.3.3. Cultivo en Suelo

El sistema de cultivo en Suelo (S) proporciona las condiciones típicas que se encuentran en los agroecosistemas convencionales de la región, lo cual permite evaluar el rendimiento de los tomates en cultivo a suelo. Los análisis del suelo realizados por el laboratorio de suelo, agua y materia vegetal del “EEA Mendoza” arrojaron valores de 7,20 g%g de materia orgánica, una CE de 4,97 dSm<sup>-1</sup> y un pH de 7,66.

## 2.4. Preparación y caracterización de los tratamientos nutricionales

### 2.4.1. Biol (B)

La preparación del biol se llevó a cabo siguiendo la receta propuesta por la FAO (2013), con algunas adaptaciones específicas para el contexto del estudio. Inicialmente, se seleccionaron 10 kg de material vegetal, preferentemente de especies con alto contenido de nitrógeno, que se combinaron con 60 L de guano fresco, 3 kg de cenizas de madera, 4 kg de bentonita, 500 g de cáscara de huevo, 3 kg de ceniza de hueso y 5 litros de leche vacuna. Este conjunto se completó con agua no clorada hasta alcanzar un volumen total de 180 L.

*Tabla 3. Componentes incorporados al proceso de producción del Biol.*

| <b>Componentes</b>    | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad de medida</b> |
|-----------------------|-----------------|-------------------------|
| Alfalfa fresca picada | 10              | kg                      |
| Guano de cabra        | 60              | L                       |
| Bentonita             | 4               | kg                      |
| Cáscara de huevo      | 0,5             | kg                      |
| Ceniza de hueso       | 3               | kg                      |
| Leche vacuna          | 5               | L                       |
| Cenizas de madera     | 3               | kg                      |
| Agua no clorada       | 160             | L                       |

El proceso de fermentación anaeróbica del biol se extendió por aproximadamente 4 meses en recipientes de plástico de 220 L, con tapa hermética y un tubo de escape para los gases de fermentación. Se llevaron a cabo agitaciones semanales para homogeneizar los materiales, y se monitoreó el pH y la CE semanalmente para garantizar su evolución adecuada (Tabla 4). Se estableció un pH objetivo de 7 (Peñañiel et al., 2015) y una CE máxima de 3 dSm<sup>-1</sup> (Castro et al., 2022).

Al concluir la fermentación, se procedió a filtrar la mezcla utilizando una tela de lona, almacenando la fracción líquida en un bidón de plástico hermético, protegido de la exposición directa a la radiación. Para su posterior aplicación, se determinó experimentalmente, siguiendo estudios

previos (Aguado et al., 2023), que la concentración óptima para la aplicación en plantas de tomate es una dilución al 5%.

#### 2.4.2. Té de compost aireado y té de compost no aireado

Para la elaboración de los té de compost aireado (TA) y compost no aireado (TNA), se empleó un compost elaborado a partir de una mezcla de orujo de uva, estiércol de cabra, hojas de rastrillaje de jardín y alfalfa en una proporción volumétrica de 1:1:3:0,5, lo que garantizó una relación C/N aproximada de 20-25. (Funes Pinter et al., 2019a).

En ambos casos, se dispuso el compost en frascos de 2,5 L de capacidad en una proporción de 1 parte de compost por cada 3 partes de agua. Para la preparación del té de compost aireado, se emplearon aireadores de pecera y se realizó un proceso de aireación durante 48 horas. Por otro lado, para el té de compost no aireado, la suspensión se mantuvo reposando durante 10 días con agitación suave para homogeneización, sin aplicar aireación (Funes Pinter et al., 2019b).

Una vez filtrados, se tomaron las mediciones de pH y CE de la solución madre para su caracterización y posterior aplicación en el estudio. Este proceso se repitió semana a semana durante todo el desarrollo de este estudio. (Tabla 4)

#### 2.4.3. Fertilizante comercial

Para la preparación y caracterización del fertilizante comercial utilizado en el experimento, se utilizaron tres productos: Hakaphos Verde® (Combo Expert, Alemania), Rootex® (Cosmocel, México), y Humicrops PS 65® (Vademécum, Mexico). Se aplicó una dosis de 48,6 g de cada producto, equivalentes a 2 g por metro cuadrado, en 2,6 L de agua.

Hakaphos Verde® es un fertilizante hidrosoluble NPK N-P2O5-K2O(+MgO+S) 15-10-15(+2+12) con boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc, quelatados con EDTA. Tiene una reacción ácida en el medio, con un pH de 4,5 cuando está en solución al 15%.

Rootex® es un extracto húmico que contiene un 18% de extracto húmico, compuesto por ácidos húmicos (12%) y ácidos fúlvicos (6%). También contiene nitrógeno (8%), fósforo (45%), y potasio (6,7%). El pH de Rootex® es de 5,2.

Humicrops PS 65® es un producto de origen natural constituido por ácidos húmicos derivados de leonardita, conteniendo un 64% ácidos húmicos y 20% ácidos fúlvicos. Este producto se presenta como un concentrado soluble (SL) y una apariencia de líquido marrón oscuro.

Se midió pH y CE de la solución a aplicar, los resultados se muestran en la tabla 4.

#### 2.4.4. Aplicación de los productos, riego y manejo del cultivo

Los plantines fueron trasplantados a las camas de cultivo del invernadero con luz natural ubicado en la EEA Mendoza del INTA, el 19 de octubre de 2022, 45 días después de germinados. Se instaló previamente un sistema de riego por goteo con una tasa de erogación de 1,82 Lh<sup>-1</sup>. Un día antes del trasplante, se saturaron completamente los sustratos con agua hasta alcanzar su capacidad de campo. Durante el ciclo de cultivo, se aplicaron diferentes láminas de riego en función de las necesidades hídricas. En el mes de octubre, del 20 al 31, se aplicó una lámina de riego de 116,83 mm. En noviembre, esta lámina aumentó a 434,61 mm, y en diciembre se incrementó aún más, alcanzando los 798,76 mm. Finalmente, hasta el 29 de enero, día en que concluyó el ensayo, se aplicó una lámina acumulada de 781,92 mm. En total, la lámina de riego acumulada durante todo el ciclo fue de 2.115,12 mm

Durante el crecimiento de las plantas, se aplicaron distintas labores culturales para su manejo. Se realizó un 'entutorado' utilizando cuerdas de polietileno en cada planta, dispuestas verticalmente desde la base del cultivo hasta un alambre guía ubicado a 2,5m; esta técnica tiene como objetivo guiar el crecimiento de las plantas y evitar desviaciones no deseadas, enrollando el tallo en la cuerda en sentido horario cada dos o tres hojas. Asimismo, se llevó a cabo dos tipos de poda, periódicamente una 'poda de brotes axilares o chupones' y una 'poda apical' una vez que las plantas alcanzan el tamaño deseado. La poda de brotes axilares consiste en eliminar los brotes que se desarrollan en el punto de inserción entre el tallo principal y los pecíolos de las hojas antes de alcanzar un tamaño mayor de 3 cm evitando que compitieran por los nutrientes necesarios para la formación y llenado del fruto. La poda apical se realizó al 5to racimo floral, dejando dos o tres hojas arriba del último racimo, y en este mismo momento se eliminaron las hojas que estaban por debajo del primer racimo. Además, se realizó un desmalezado semanal garantizando que las plantas compitieran de manera efectiva por los recursos disponibles. (Jaramillo Noreña et al., 2006; Mendoza A., 2007; Nuez, 2001; Gil y Miranda, 200)

La cosecha de los frutos se inició a los 141 días desde su germinación (4 de enero de 2023), seguida de una cosecha por semana hasta el 30 de enero, que fue la última (5 cosechas en total). En cada una de estas cosechas, se recolectaron todos los tomates que mostraban el color rojo-marrón característico de los procesos de maduración. Se procedió a pesar y contabilizar todos los tomates recolectados de cada parcela.

Los bioinsumos se aplicaron inicialmente a los 52 días desde su germinación (26 de octubre) de manera manual, y posteriormente una vez por semana hasta una semana antes de la cosecha, siendo el último aporte el día 23 de diciembre de 2022, y habiendo aplicado un total de 6 veces. Cada riego nutricional consistió en la aplicación de 300 cm<sup>2</sup> por parcela, lo que equivale a 100 cm<sup>2</sup> por planta, de acuerdo con las especificaciones establecidas para cada tratamiento, haciendo coincidir el momento de la aplicación con el del riego. El biol se aplicó en una dilución al 10%, mientras que el TNA y el TA se aplicaron directamente al 100%. El fertilizante comercial se utilizó a una razón de 2,7 g/l en la solución aportada.

Se evaluaron cinco soluciones madre de bioinsumos con distintas características de conductividad eléctrica (CE) y pH, cuyos valores promedio se presentan en la siguiente tabla:

*Tabla 4. La tabla muestra los valores promedio de conductividad eléctrica (CE) y pH para cada solución madre de los bioinsumos aplicados*

| <b>Solución aportada</b>         | <b>CE promedio (dSm<sup>-1</sup>)</b> | <b>pH promedio</b> |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Agua (100%)                      | 1,097                                 | 8,08               |
| Te aireado (100%)                | 6,341                                 | 7,45               |
| Te no aireado (100%)             | 6,031                                 | 7,4                |
| Biol (10%)                       | 2,470                                 | 8,32               |
| Fertilizante comercial (2,7 g/l) | 6,110                                 | 6,15               |



*Figura 3. Plantas de tomate antes de su primera cosecha, con sus primeros frutos tomando las coloraciones características. También se logra apreciar la disposición del “entutorado”.*

## 2.5. Variables de respuesta vegetativa

### 2.5.1. Índice Relativo de Clorofila (IRC)

El IRC se obtiene mediante un medidor SPAD (del inglés "Soil Plant Analysis Development")

$$IRC = \frac{\% \text{ de transmitancia en } 940\text{nm}}{\% \text{ de transmitancia en } 660\text{nm}}$$

$$\text{Transmitancia (\%)} = 100 - \text{absorbancia (\%)}$$

En este estudio, se utilizó el medidor Clorofilio de la marca Cavadevises, originario de Buenos Aires, Argentina. Durante la medición, se recopilaron todos los datos de las tres plantas de cada una de las parcelas, lo que permitió obtener el valor SPAD promedio para cada tratamiento (Gratiani 1992).

### 2.5.2. Diámetro del tallo

La medición del diámetro de los tallos de las plantas de tomate se llevó a cabo empleando un calibre metálico milimetrado (con sensibilidad de lectura de 0.05 cm), con el cual se tomó la medida en milímetros de cada uno de los tallos a 10 cm de la base de la planta. Esta medición se realizó en todas las plantas de cada parcela experimental. Este proceso de medición se realizó el día 3 de enero de 2023, un día antes de la primer cosecha y 76 días después del trasplante (ddt). Moorby (1981)

## 2.6. Variables de respuesta productiva

### 2.6.1. Grados brix

Se seleccionaron tres frutos representativos de cada tratamiento, uno de cada planta. Estos fueron licuados en un vaso precipitado de 150 ml. A continuación, se tomó una gota del jugo resultante de la muestra y se colocó en el refractómetro digital (Atago, Japón). Para la selección de los tomates, se escogieron los tres ejemplares que mostraban un mayor colorido perceptible al ojo humano, lo cual se considera indicativo de un mayor grado de madurez.

### 2.6.2. Rendimiento

Para la recolección de datos del peso total, se llevaron a cabo cinco cosechas manuales de tomates maduros (aquellos que ya mostraban la coloración característica). Para obtener el dato, se realizó la suma algebraica de las cinco cosechas para cada parcela. Cabe destacar que el pesaje de los tomates se realizó directamente en el lugar de la cosecha utilizando una balanza digital.

### 2.6.3. Peso medio de los tomates

El peso medio de los tomates se calculó dividiendo el peso total de tomates (o rendimiento) por el número total de tomates. Este cálculo se realizó para cada parcela, proporcionando una medida del tamaño promedio de los frutos cosechados en cada tratamiento.

$$\text{Peso medio} = \frac{\text{Peso total de tomates}}{\text{Numero total de tomates}}$$

### 2.6.4. Número de tomates por planta

El número de tomates por planta se determinó dividiendo el número total de tomates por parcela por el número de plantas de cada parcela. Obteniendo así una medida del número de tomates promedio producidos para cada planta del tratamiento.

$$\text{Número de tomates por planta} = \frac{\text{Número total de tomates por parcela}}{\text{Número de plantas por parcela}}$$

### 2.6.5. Rendimiento por planta o peso total de tomates por planta

Para la obtención del valor del rendimiento/planta se obtuvo el cociente entre el peso rendimiento total por parcela, entre el número de plantas de cada unidad muestral.

$$\text{Rendimiento por planta} = \frac{\text{Rendimiento}}{\text{Número de plantas por parcela}}$$

## 2.7. Análisis estadístico

Para evaluar el efecto de las soluciones nutritivas y los sistemas de cultivo en diversas variables de respuesta, se emplearon varios métodos estadísticos. Inicialmente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) sobre un diseño factorial en bloques completos al azar.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + (\beta\tau)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$\mu$ : Efecto de la media general.

$\beta_i$ : Efecto del i-ésimo bloque.

$\tau_j$ : Efecto del j-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$ = error experimental.

$(\beta\tau)_{ij}$ : es el efecto de la interacción entre el i-ésimo bloque y el j-ésimo tratamiento.

$Y_{ij}$  = Observación en la unidad experimental.

Para la comparación de medias, se utilizó la prueba LSD de Fisher con un nivel de significancia menor de 0.05. Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y un análisis visual con gráficos Q-Q plot, respectivamente.

En los casos en que los supuestos de normalidad y homocedasticidad no se cumplieron, se recurrió a pruebas no paramétricas. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar medianas entre grupos ( $p < 0.05$ ) e identificar diferencias significativas entre los tratamientos.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el Software InfoStat versión estudiantil 2017. Además, se emplearon gráficos de interacción y gráficos de barras, generados con Google Sheets.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Variables de respuesta productiva**

##### **3.1.1. Rendimiento**

El rendimiento promedio de tomates evidenció diferencias significativas entre los sistemas de cultivo ( $p = 0,0127$ ), destacándose el sistema de bolsa de cultivo con un rendimiento promedio de 3390,53g, superando a los sistemas de contenedores y suelo. Aunque el fertilizante comercial aplicado en bolsas de cultivo alcanzó el mayor rendimiento individual, los tratamientos con bioinsumos lograron desempeños similares dentro del mismo sistema de cultivo (Sin diferencias significativas). Tampoco se encontró diferencias significativas en la interacción entre los sistemas de cultivo y las soluciones nutritivas. La figura 4 presenta el rendimiento promedio de tomates por sistema de cultivo.

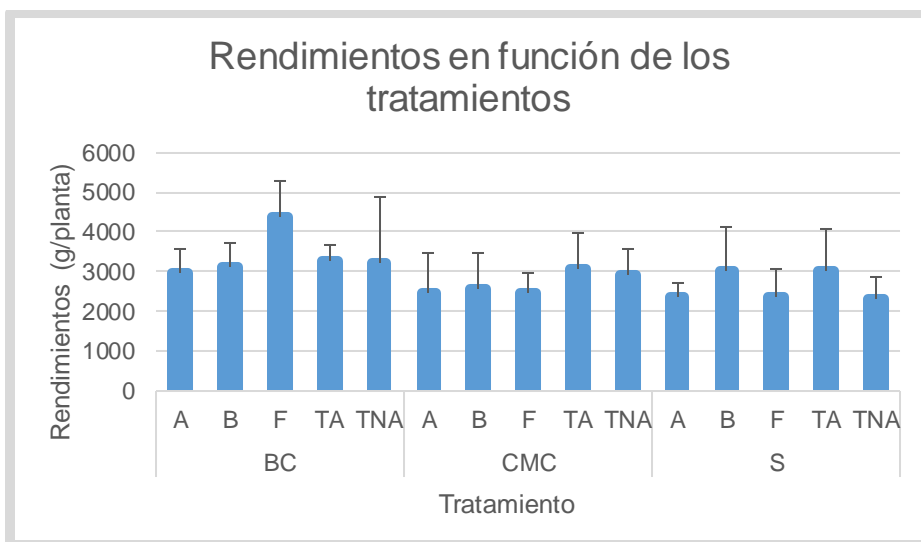


Figura 4. Rendimiento promedio de tomates (g) en función de los sistemas de cultivo (CMC: Cultivo modular continuo, BC: Bolsa de cultivo, S: Suelo) y soluciones nutritivas aplicadas (A: Agua, B: Biol, F: Fertilizante comercial, TA: Té aireado, TNA: Té no aireado). Las líneas negras representan la desviación estándar de las medias.

### 3.1.2. Grados brix

No se observaron diferencias significativas en los grados Brix entre los diferentes sistemas de cultivo ni entre las soluciones nutritivas aplicadas ( $p > 0,05$ ). Las medias de los grados Brix oscilaron entre 5,85 y 6,02 para los sistemas de cultivo y entre 5,78 y 6,10 para las distintas soluciones nutritivas (Figura 5). Este resultado indica que la concentración de azúcares en los tomates no fue afectada por los tratamientos evaluados y fue consistente en todos los grupos.

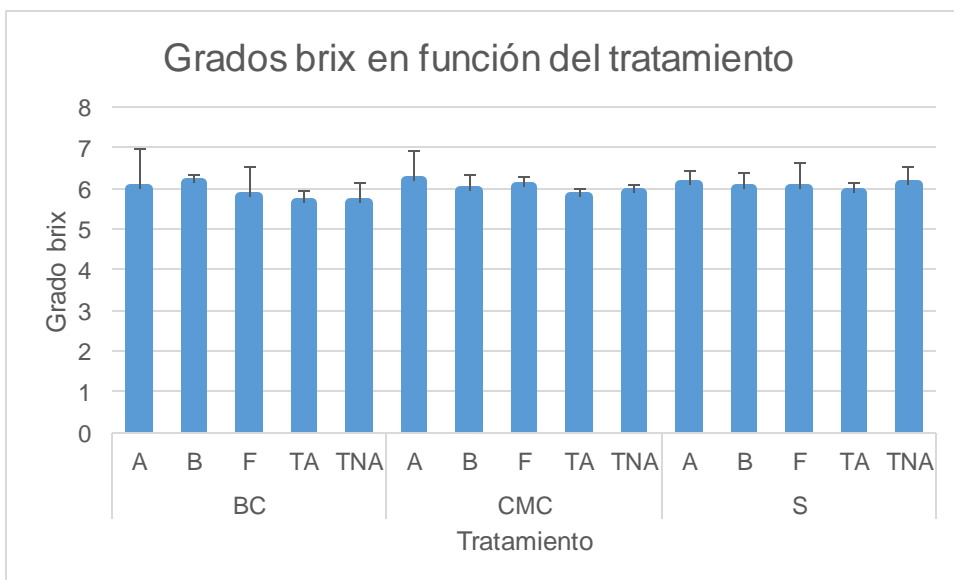


Figura 5. Grados brix de los frutos en función de los sistemas de cultivo (CMC: Cultivo modular continuo, BC: Bolsa de cultivo, S: Suelo) y soluciones nutritivas aplicadas (A: Agua, B: Biol, F: Fertilizante comercial, TA: Té aireado, TNA: Té no aireado). Las líneas negras representan la desviación estándar de las medias.

### 3.1.4. Peso medio de los tomates.

El sistema de cultivo también mostró un efecto significativo en el peso medio de los tomates ( $p < 0,0001$ ), siendo menor en BC (10,97 g), en comparación con el suelo (12,39 g) y el CMC (12,83 g) (figura 6). Aunque las bolsas de cultivo generaron una mayor cantidad de tomates, estos fueron en promedio más pequeños, probablemente debido a la redistribución de recursos para soportar una mayor cantidad de frutos., lo que indica un efecto positivo de este sistema en la capacidad productiva por planta. En contraste, no se observaron diferencias en esta variable para las distintas soluciones nutritivas ( $p = 0,8868$ ) ni en su interacción con el sistema de cultivo ( $p = 0,6124$ ).

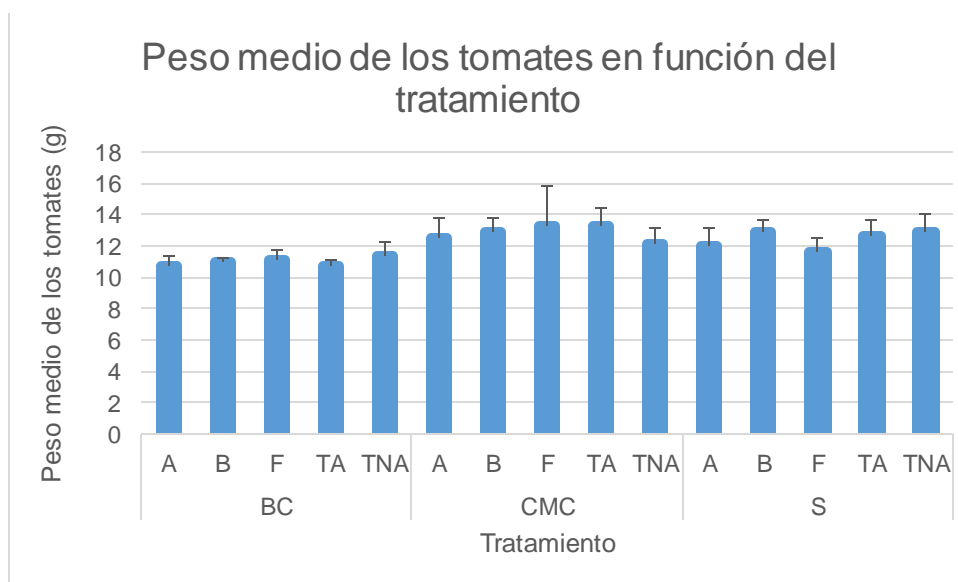


Figura 6. Peso medio de los tomates (g) en función de los sistemas de cultivo (CMC: Cultivo modular continuo, BC: Bolsa de cultivo, S: Suelo) y soluciones nutritivas aplicadas (A: Agua, B: Biol, F: Fertilizante comercial, TA: Té aireado, TNA: Té no aireado). Las líneas negras encima de la barra representan la desviación estándar de las medias.

### 3.1.5. Número de tomates por planta.

Las plantas cultivadas en BC produjeron un mayor número de tomates por planta (106,14 tomates/planta) en comparación con las cultivadas en suelo (71,28 tomates/planta) y en contenedores (70,08 tomates/planta), presentando diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ). No se observaron diferencias significativas entre soluciones nutritivas ni en su interacción con el sistema de cultivo. La figura 7 ilustra el número de tomates por planta según sistema de cultivo y solución nutritiva.



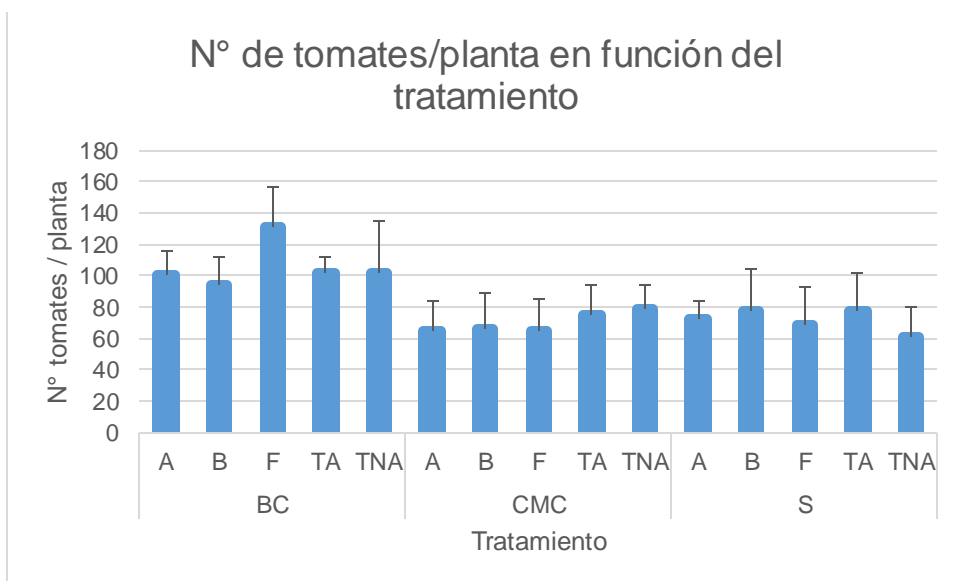


Figura 7. Número promedio de tomates por planta en función de los sistemas de cultivo (CMC: Cultivo modular continuo, BC: Bolsa de cultivo, S: Suelo) y soluciones nutritivas aplicadas (A: Agua, B: Biol, F: Fertilizante comercial, TA: Té aireado, TNA: Té no aireado). Las líneas negras encima de la barra representan la desviación estándar de las medias

### 3.1.6. Rendimiento por planta.

El análisis de la varianza (ANOVA) mostró que el factor "sistema de cultivo" tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento por planta de tomate ( $p = 0,0021$ ). Las plantas cultivadas en bolsas de cultivo mostraron un rendimiento significativamente mayor (1167,22 g/planta) en comparación con las plantas cultivadas en suelo (908,93 g/planta) y en contenedores (895,99 g/planta), las cuales no mostraron diferencias significativas entre sí (Figura 8). Las soluciones nutritivas no influyeron significativamente en el rendimiento por planta, ni se observó un efecto significativo en la interacción entre el sistema de cultivo y la solución nutritiva.

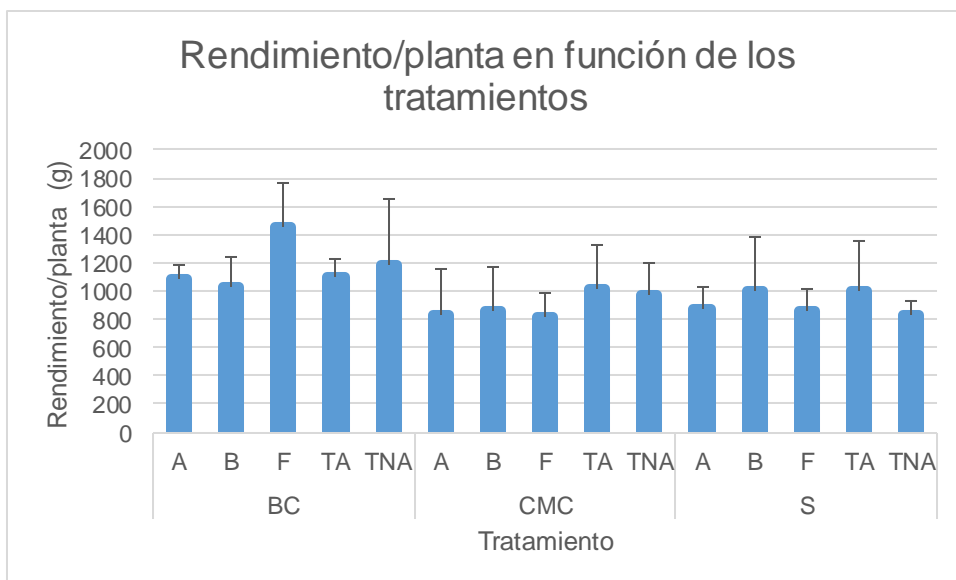


Figura 8. Rendimiento promedio por planta (g/planta) en función de los sistemas de cultivo (CMC: Cultivo modular continuo, BC: Bolsa de cultivo, S: Suelo) y soluciones nutritivas aplicadas (A: Agua, B: Biol, F: Fertilizante comercial, TA: Té aireado, TNA: Té no aireado). Las líneas negras encima de la barra representan la desviación estándar de las medias.

## 3.2. Variables de respuesta vegetativa

### 3.2.1. Índice Relativo de Clorofila (IRC)

No se encontraron diferencias significativas en el índice relativo de clorofila (IRC) entre los sistemas de cultivo evaluados ( $p > 0,05$ ) ni entre las soluciones nutritivas, aunque se observó una tendencia al incremento del IRC en las plantas tratadas con fertilizante comercial (Figura 9). La interacción entre el sistema de cultivo y la solución nutritiva tampoco mostró un efecto significativo. Sin embargo, las plantas tratadas con fertilizante comercial alcanzaron el valor promedio más alto de IRC (45,73), mientras que las plantas regadas con agua presentaron el valor más bajo (41,45), independientemente del sistema de cultivo empleado. Estos resultados indican que, si bien el fertilizante comercial parece proporcionar un ligero beneficio en el contenido de clorofila, los bioinsumos evaluados lograron una respuesta comparable, lo que refuerza su potencial como una alternativa sostenible en la producción agrícola. La Figura 9 ilustra la distribución promedio de los valores de IRC por sistema de cultivo y solución nutritiva, junto con sus respectivas desviaciones estándar.

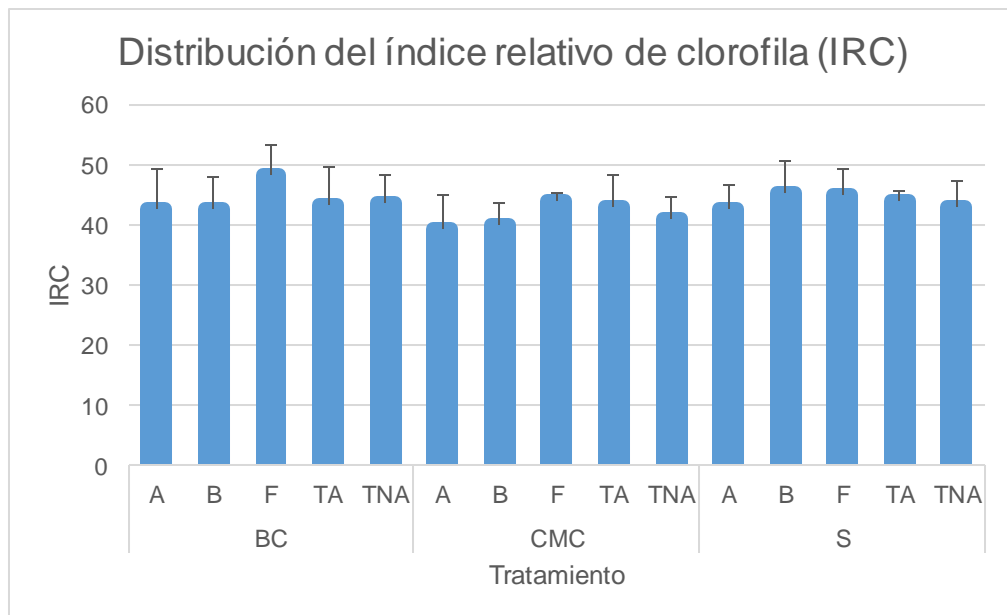


Figura 9. Distribución del índice relativo de clorofila (IRC) en función de los sistemas de cultivo (CMC: Cultivo modular continuo, BC: Bolsa de cultivo, S: Suelo) y soluciones nutritivas aplicadas (A: Agua, B: Biol, F: Fertilizante comercial, TA: Té aireado, TNA: Té no aireado). Las líneas negras encima de la barra representan la desviación estándar de las medias.

### 3.2.2. Diámetro del tallo.

El sistema de cultivo mostró un efecto significativo en el diámetro del tallo ( $p < 0,0001$ ), siendo mayor en plantas cultivadas en bolsas de cultivo. La solución nutritiva no generó cambios significativos en esta variable. Tampoco se observó un efecto de interacción significativo entre los sistemas de cultivo y las soluciones nutritivas sobre el diámetro del tallo.

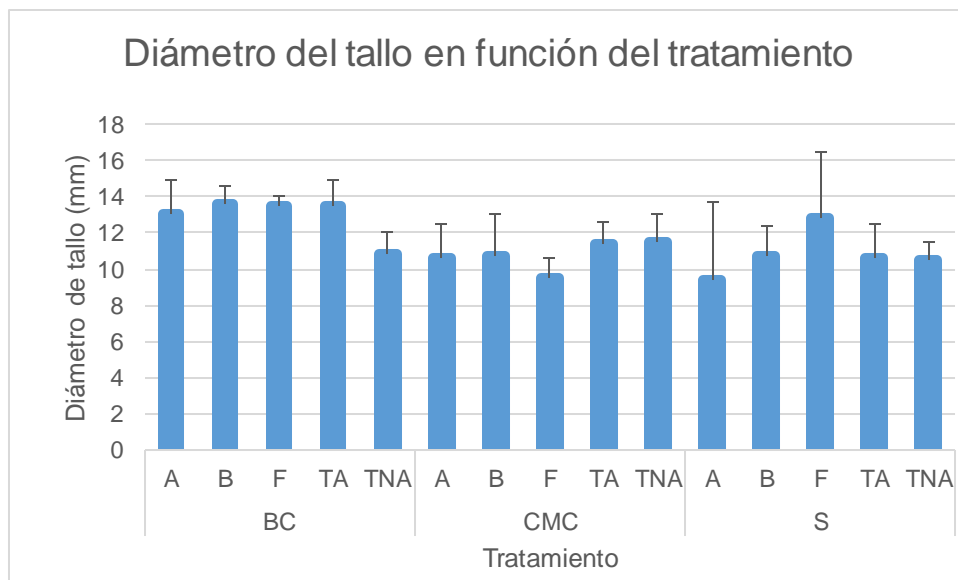


Figura 10. Diámetro promedio del tallo en función de los sistemas de cultivo (CMC: Cultivo modular continuo, BC: Bolsa de cultivo, S: Suelo) y soluciones nutritivas aplicadas (A: Agua, B: Biol, F: Fertilizante comercial, TA: Té aireado, TNA: Té no aireado). Las líneas negras encima de la barra representan la desviación estándar de las medias.

Tabla 5. Resumen de las medias de las variables evaluadas para todos los tratamientos de sistemas de cultivo y soluciones nutritivas

| Variable                      | Unidades        | Sistema de cultivo<br>Solución nutritiva | BC     |        |        |        |        | CMC    |        |        |       |        | S     |        |        |        |        |
|-------------------------------|-----------------|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                               |                 |                                          | A      | B      | F      | TA     | TNA    | A      | B      | F      | TA    | TNA    | A     | B      | F      | TA     | TNA    |
| Rendimiento                   | g               |                                          | 2967,5 | 3095   | 4357   | 3282,5 | 3204   | 2470,8 | 2568   | 2455   | 3039  | 2907   | 2352  | 3016,8 | 2360,5 | 3005,3 | 2312,8 |
| Nº tomates por planta         | unidades/planta |                                          | 101    | 93,68  | 130,75 | 101,93 | 102,4  | 64,35  | 66,33  | 64,9   | 75,53 | 79,3   | 72,73 | 77,6   | 68,83  | 78,03  | 60,93  |
| Peso medio de tomates         | g               |                                          | 10,76  | 11,02  | 11,11  | 10,72  | 11,36  | 12,54  | 12,91  | 13,23  | 13,32 | 12,15  | 11,99 | 12,93  | 11,59  | 12,67  | 12,87  |
| Rendimiento por planta        | g/planta        |                                          | 1080,1 | 1031,7 | 1452,3 | 1094,2 | 1181,3 | 823,6  | 855,98 | 818,35 | 1013  | 969,03 | 871,5 | 1005,6 | 852,75 | 1001,8 | 836,25 |
| Diámetro del tallo            | mm              |                                          | 13,02  | 13,55  | 13,48  | 13,52  | 10,83  | 10,65  | 10,75  | 9,49   | 11,37 | 11,5   | 9,38  | 10,7   | 12,81  | 10,62  | 10,46  |
| Índice relativo de colorofila | IRC             |                                          | 42,47  | 42,74  | 48,37  | 43,39  | 43,59  | 39,27  | 39,9   | 43,88  | 42,97 | 41,13  | 42,62 | 45,38  | 44,95  | 43,95  | 43,13  |
| Grados brix                   | Graduado        |                                          | 6      | 6,13   | 5,8    | 5,65   | 5,65   | 6,2    | 5,95   | 6,05   | 5,78  | 5,9    | 6,1   | 6      | 5,98   | 5,9    | 6,1    |

La tabla presenta los valores promedio de las principales variables vegetativas y productivas evaluadas en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* Tipo Cocktail "OP") sometidas a diferentes combinaciones de sistemas de cultivo (bolsa de cultivo - BC, contenedor modular continuo - CMC, y suelo - S) y soluciones nutritivas (agua - A, biol - B, fertilizante comercial - F, té de compost aireado - TA, y té de compost no aireado - TNA). Las variables incluyen el rendimiento (g), número total de tomates (unidades), número de tomates por planta, peso medio de tomates (g), rendimiento por planta (g/planta), diámetro del tallo (mm), índice relativo de clorofila (IRC), y grados Brix. Esta información permite comparar la respuesta de las plantas a cada tratamiento y evaluar el efecto de los sistemas de cultivo y las soluciones nutritivas sobre el desarrollo y productividad del cultivo.

### 3. DISCUSIÓN

En este estudio, los resultados obtenidos permiten analizar el impacto diferencial de los sistemas de cultivo y las soluciones nutritivas en la productividad y desarrollo de los cultivos de tomate. En primer lugar, el sistema de cultivo se identificó como el factor más relevante, con un impacto significativo en variables productivas como el rendimiento total y el número de tomates por planta. Las plantas cultivadas en bolsas de cultivo presentaron el mayor rendimiento en comparación con las plantas en suelo y en contenedores. Este comportamiento podría explicarse por las características de las bolsas de cultivo, que suelen incluir mezclas previamente tratadas de componentes orgánicos enriquecidas con nutrientes, lo que favorece una estructura y entorno óptimo para el desarrollo de las plantas. Aunque no se midieron directamente parámetros como la concentración de nitratos, investigaciones previas han señalado que los sistemas parcialmente aislados del medio pueden aumentar la disponibilidad de nutrientes esenciales como el nitrógeno (Fortis-Hernández et al., 2012; Salas-Pérez et al., 2012).

Por otro lado, el sistema de contenedor modular continuo (CMC), también compuesto por distintas proporciones de componentes orgánicos, mostró un rendimiento intermedio entre las bolsas de cultivo y el suelo. Este resultado resalta la influencia del diseño del sistema de cultivo en la retención y disponibilidad de nutrientes y agua, lo que puede haber favorecido un desarrollo vegetativo adecuado sin alcanzar los niveles de producción observados en las bolsas de cultivo. En investigaciones previas, Moreno Reséndez et al. (2005) señalaron que los sustratos compuestos por mezclas de compost y otros componentes orgánicos pueden suplir las necesidades nutricionales de las plantas, lo que concuerda con el desempeño del CMC en este estudio, donde su rendimiento fue superior al suelo tradicional, pero menor que el de las bolsas de cultivo. Además, estudios como los de Salas-Pérez et al. (2012) y De Grazia et al. (2007) indican que la eficiencia de absorción de nutrientes está influenciada por la arquitectura del sistema de cultivo, incluyendo factores como la profundidad y el drenaje. Esto podría explicar en parte la diferencia observada entre el CMC y BC, ya que la estructura del CMC podría no haber optimizado completamente la retención y disponibilidad de nutrientes en comparación con el sistema de bolsas.

En cuanto a las soluciones nutritivas, no se observaron diferencias significativas en el rendimiento o desarrollo vegetativo de las plantas. Aunque el fertilizante comercial mostró una ligera tendencia a incrementar variables como el índice relativo de clorofila, esta diferencia no alcanzó significancia estadística, lo que indica que, si bien el fertilizante comercial parece proporcionar un ligero beneficio en el contenido de clorofila, los bioinsumos evaluados lograron una respuesta comparable, lo que refuerza su potencial como una alternativa sostenible en la producción agrícola. Estos resultados también sugieren que los sistemas de cultivo evaluados fueron suficientemente robustos para suplir las necesidades básicas de las plantas sin una dependencia estricta de las soluciones nutritivas aplicadas. Este hallazgo coincide con investigaciones que plantean que, en sistemas de cultivo orgánico, el aporte de soluciones nutritivas puede tener un impacto limitado, ya que los nutrientes esenciales se liberan de manera gradual desde los sustratos orgánicos (Rodríguez Dimas et al., 2008; Fortis-Hernández et al., 2012).

La falta de interacción significativa entre los sistemas de cultivo y las soluciones nutritivas refuerza la idea de que las características intrínsecas de los sistemas, como la capacidad de retención de nutrientes y agua, fueron suficientes para garantizar un desarrollo adecuado de las plantas. Sin embargo, este fenómeno también podría deberse a que las soluciones nutritivas aplicadas no generaron un cambio suficientemente notable en las condiciones del cultivo, particularmente porque los sustratos orgánicos empleados en BC y en el CMC ya cuentan con nutrientes incorporados que pudieron suplir las necesidades del cultivo (De Grazia et al., 2007).

## 4. CONCLUSIÓN

El presente estudio evaluó los efectos de distintos sistemas de cultivo y soluciones nutritivas elaboradas a partir de bioinsumos en el desarrollo vegetativo y productivo del tomate *Solanum lycopersicum* tipo Cocktail "OP". Los resultados obtenidos permitieron validar parcialmente las hipótesis y alcanzar los objetivos planteados, proporcionando información relevante para la producción sostenible de tomate en regiones áridas como Mendoza, Argentina.

Los sistemas de cultivo sin suelo, específicamente las bolsas de cultivo y el contenedor modular continuo, demostraron ser alternativas viables al cultivo en suelo convencional. Estos sistemas presentaron rendimientos vegetativos y productivos superiores, destacándose las bolsas de cultivo como el sistema más eficiente. Su capacidad para retener y liberar nutrientes de forma gradual resultó suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo, incluso sin depender de bioinsumos adicionales. Estos resultados posicionan a los sistemas de cultivo sin suelo como estrategias viables para suelos con limitaciones como baja fertilidad o salinización, características comunes en la región de estudio.

En cuanto a las soluciones nutritivas evaluadas (biol, té de compost y fertilizante comercial), no se encontraron diferencias significativas en su efecto sobre el rendimiento y desarrollo vegetativo del cultivo. Aunque el fertilizante comercial mostró una ligera tendencia a mejorar algunos indicadores como el índice relativo de clorofila, este efecto no fue estadísticamente significativo. Sin embargo, los tratamientos con bioinsumos ofrecieron respuestas productivas comparables, y en la mayoría de las variables superaron al tratamiento con agua, lo que evidencia su capacidad para generar ambientes viables que reduzcan la dependencia de insumos químicos.

No se observaron efectos sinérgicos entre los sistemas de cultivo y las soluciones nutritivas, lo que señala que el tipo de sistema de cultivo fue el principal factor determinante en las variables evaluadas. Bajo las condiciones de este estudio, los sistemas de cultivo diseñados con bioinsumos son capaces de suplir las demandas nutricionales del cultivo sin depender de intervenciones externas significativas. Sin embargo, futuras investigaciones podrían explorar condiciones de mayor estrés ambiental o nutricional para determinar si las soluciones nutritivas tienen un impacto más pronunciado bajo distintos contextos.

En un marco de búsqueda de sostenibilidad agrícola, este trabajo destaca el potencial de los sistemas de cultivo sin suelo como herramientas eficaces para aumentar la productividad y mitigar los impactos negativos asociados al modelo convencional. A pesar de las limitaciones del estudio, como la falta de mediciones directas de nutrientes en sustratos y plantas, los resultados aportan evidencia sólida para la adopción de prácticas agrícolas sostenibles en regiones áridas. La optimización de las soluciones nutritivas y su interacción con los sistemas de cultivo sigue siendo un desafío que merece atención en futuras investigaciones, con el fin de maximizar tanto los beneficios productivos como los ambientales.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Abril, A., Noe, L., & Filippini, M. F. (2014). Manejo de enmiendas para restaurar la materia orgánica del suelo en oasis de regadío de Mendoza, Argentina. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 40(1). <https://doi.org/10.1234/ria.v40i1.2314>

Acuña, O. (2006). La importancia de los microorganismos en la calidad de los suelos. Universidad de Costa Rica.

Aguado, G. D., & Uliarte, E. M. (2023). Efecto de diferentes concentraciones de biol en la germinación y producción de plantines de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 76(1), 10149-10156.

Anzures Mendoza, S. (2014). Uso del té de compost en la agricultura. *Agrisost*, 20(2), 23-24. Disponible en: <http://www.agrisost.reduc.edu.cu>

Aveiga Conde, K. R. (2022). Efecto de la fertilización con bioles en diferentes sustratos sobre el crecimiento de mangle nato (*Mora oleífera*). Tesis de grado, Escuela de Gestión Ambiental, Esmeraldas, Ecuador.

Avidan, B., & Zaidan, S. (1998). Soluciones nutritivas para fertirriego. Disponible en: <http://infoagronomo.blogspot.com/2010-soluciones-nutritivas.html>

Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., & Morisigue, D. (2010). Utilización de azufre micronizado en la corrección del pH de compost de residuos de poda. *Agriscientia*, 27(2), 125-130.

Brechelt, A. (2004). Manejo ecológico del suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. Red de acción de Plaguicidas y sus alternativas para América Latina.

Chiriboga, H., Gómez, G., & Andersen, J. (2015). Manual Abono orgánico sólido (compost) y líquido (biol): bioinsumo para mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/2648>

Creus, C. (2014). Palabras de apertura IV Jornadas Bonaerenses de Microbiología de Suelos para una Agricultura Sustentable. Mar del Plata-Balcarce.

De Grazia, J., Tiftonell, P. A., & Chiesa, Á. (2007). Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*). *Ciencia e Investigación Agraria*, 34(3), 195-204. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202007000300003>

Ellis, F., & Swayney, P. (1993). Abonos y Soluciones Nutritivas. Disponible en: <http://fertilizando.com/articulos/fertilizantes/soluciones20%concentradas>

Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., & Martín, A. (2009). Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Nodo hortícola VI región.

FAO, Food and Agriculture Organization. (2013). *Agricultural Data*. Recuperado de <http://faostat3.fao.org/>

FAO, Food and Agriculture Organization. (2013). Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana. <https://www.fao.org/3/i3360s/i3360s.pdf>

Fortis-Hernández, M., Preciado-Rangel, P., García-Hernández, J. L., Navarro Bravo, A., González, J. A., & Omaña Silvestre, J. M. (2012). Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6), 1203-1216.

Funes Pinter, I., Fernández, A. S., Martínez, L. E., Riera, N., Fernández, M., Aguado, G. D., & Uliarte, E. M. (2019). Exhausted grape marc and organic residues composting with polyethylene cover: Process and quality evaluation as plant substrate. *Journal of Environmental Management*, 246, 695–7. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.100>

Funes Pinter, I., Fernández, S., Hernández, A., Aroca, M., González Gallerano, C., Arias, F., & Uliarte, M. (2019b). Elaboración de compost, té de compost y biol para su uso como fertilizantes y controladores de enfermedades en plantas. En M. F. Filippini & S. Greco (Eds.), *1er Congreso Argentino de Agroecología: Libro de Resúmenes* (p. 1015). Universidad Nacional de Cuyo. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado.

Funes Pinter, I., Aguado, G., De Biazi, F., Fernández, A. S., Martínez, L., & Uliarte, E. M. (2019a). Performance of grape marc and organic residues compost as substrate in lettuce (*Lactuca sativa*) seedlings. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*, 51(2).

Funes Pinter, M. I., Salomon, M. V., Martín, J. N., Uliarte, E. M., & Hidalgo, A. (2022). Effect of bioslurries on tomato *Solanum lycopersicum* L. and lettuce *Lactuca sativa* development. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*, 54(2), 48-60.

Goyal, S. M., & Gerba, C. P. (1979). Comparative adsorption of human enteroviruses, simian rotavirus and selected bacteriophages to soils. *Applied Environment Microbiology*, 38, 241-247.

Gratani, L. (1992). A non-destructive method to determine chlorophyll content of leaves. *Photosynthetica*, 26(4), 469-473.

Guzmán Chinaea, J. M., & Guzmán Marrero, E. (2014). Uso del Biol en la agricultura. *Agrisost*, 20(2), 23-24.

Hernández Alvarado, M., Peña Aguilar, J. M., & Pastrana Palma, A. (2016). Sistemas de cultivo sin suelo con sustrato y cerrados como estrategia sustentable para regiones áridas y semiáridas de México. En 21° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México. AMECIDER – ITM, Mérida, Yucatán.

Hernandez Provenzado, A. L. (2021). Evaluación de diferentes bioinsumos para el control de *Botrytis cinerea* en ensayos in vitro y en racimos de vid. Tesis de grado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Uncuyo. <https://bdigital.uncu.edu.ar/16151>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2015). Manual abono orgánico sólido (compost) y líquido: Bioinsumo para mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/2648>

Jaramillo Noreña, J., Rodríguez, V. P., Guzmán A., M., & Zapata, M. A. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Boletín Técnico* 21. CORPOICA, Centro de Investigación La Selva.

Jindo, K., Goron, T. L., Pizarro-Tobías, P., Sánchez-Monedero, M. Á., Audette, Y., Deolu-Ajayi, A. O., ... & Tortosa, G. (2022). Application of biostimulant products and biological control agents in sustainable viticulture: A review. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.932311>

Juárez-Maldonado, A., de Alba Romenus, K., Zermeño González, A., Ramírez, H., & Benavides Mendoza, A. (2015). Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 943-954. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342015000500003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000500003&lng=es&tlng=es)

Landini, F., & Beramendi, M. (2020). ¿Agroecología o agricultura convencional moderna? Posicionamientos de extensionistas rurales argentinos. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 46(3), 352-361.

Lara Herrera, A. (1999). Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 221-229. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C., Chapingo, México.

Mamani de Marchese, A., & Filippone, M. P. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Rev. Agronómica del Noroeste Argentino*, 38(1), 9-21.

Márquez Hernández, C., Cano Ríos, P., & Rodríguez Dimas, N. (2008). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura Técnica en México*, 34(1), 69-74.

Márquez-Quiroz, C., Cano-Ríos, P., Moreno-Reséndez, A., Figueroa-Viramontes, U., Sánchez-Chávez, E., De la Cruz-Lázaro, E., & Robledo-Torres, V. (2014). Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladette en invernadero. *ITEA*, 110(1), 3-17.

Mc Donnell, C. (2018). Producción, aplicación y beneficios de los extractos acuosos del compostaje (té de compost). (Tesis de grado). Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias. <http://hdl.handle.net/11185/1173>

Moreno Reséndez, A., Valdés Perezgasga, M. T., & Zarate López, T. (2005). Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. *Agricultura Técnica*, 65(1), 26-34. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072005000100003>

Moorby, J. (1981). *Transport systems in plants*. Lonman and Technical. New York, EUA.

Muhlack, R. A., Potumarthi, R., & Jeffery, D. W. (2018). Sustainable wineries through waste valorisation: A review of grape marc utilization for value-added products. *Waste Management*, 72, 99-118. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.011>

M. Iván Funes-Pinter, Gabriel Pisi, Matías Aroca et al. (2020). Plant Bioestimulants: Compost Tea and Bioslurry Characterization. PREPRINT (Version 1) available at Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-56311/v1>

Nguyen, T. T., Fuentes, S., & Marschner, P. (2012). Effects of compost on water availability and gas exchange in tomato during drought and recovery. *Plant, Soil and Environment*, 58(11), 495-502.

Nuez, V. F. (2001). Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. En: Nuez (ed.) *El cultivo del tomate*. Editorial Mundi-prensa, México.

Pérez, M. D. (2001). Evaluación de micronutrientes aplicados en las soluciones nutritivas y foliarmente para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de hidroponía. Tesis de licenciatura, UAAAN UL. Torreón Coahuila México. Pp 35.

Peñañiel, W., & Ticona, D. (2015). Elementos nutricionales en la producción de fertilizante biol con diferentes tipos de insumos y cantidades de contenido ruminal de bovino-matadero municipal de La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 2(1), 87-90.

Pisi, G. (2017). Compostaje del orujo de uva agotado y uso del compost obtenido como componente de sustrato para plantines florales. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Polack, L. A., Lecuona, R. E., & López, S. N. (2020). Control biológico de plagas en horticultura: Experiencias argentinas de las últimas tres décadas. INTA Ediciones.

Reyes-Pérez, J. J., Luna Murillo, R. A., Reyes Bermeo, M. del R., Vázquez Morán, V. F., & Zambrano Burg, D. (2018). Efecto de abonos orgánicos sobre la respuesta productiva en el tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 35, 26-39.

Rodríguez Dimas, N., Cano Ríos, P., Figueroa Viramontes, U., Palomo Gil, A., Favela Chávez, E., Álvarez Reyna, V., & Márquez Hernández, C. (2008). Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(3), 265–272.

Salas-Pérez, L., González Fuentes, J. A., García Carrillo, M., Sifuentes-Ibarra, E., Parra-Terrazas, S., & Preciado-Rangel, P. (2016). Calidad biofísica y nutracéutica de frutos de tomate producido con sustratos orgánicos. *Nova Scientia*, 8(2), 310-325. Universidad De La Salle Bajío (México). ISSN 2007 – 0705.

Sansoni, M. P. (2023). Efecto de la aplicación de bioinsumos líquidos y compost sobre la fisiología en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en maceta [Tesina de grado, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias]. Mendoza, Argentina.

Shrestha, K., Shrestha, P., Walsh, K. B., Harrower, K. M., Midmore, D. J. (2011). Microbial enhancement of compost extracts based on cattle rumen content compost - characterisation of a system. *Bioresour Technol*, 102, 8027–8034. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.06.076>

Venegas-Vera, J. J., & Pincay-Menéndez, J. D. (2024). Effects of bovine manure vermicompost leachate, *Trichoderma* sp and efficient microorganism on the growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) in seedbeds. *Journal Scientific MQR Investigate*, 8(1), 3493-3508. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.3493-3508>

Viteri, M., Ghezán, G., & Iglesias, D. (2013). Tomate y lechuga, producción, comercialización y consumo; Estudio socioeconómico de los sistemas agroalimentarios y agroindustriales n°14, INTA.