Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

GERMINACIÓN DE *Physalis ixocarpa* EN SUSTRATO DE COMPOSTA CON EFLUENTE ACUÍCOLA

Frida Estrada Bernardo[1]; Ramsés García Moreno[1]; Juan Abisai Patiño Salinas[1]; Mabiel Reyes Fuentes[2]; Jesús David Joaquín Cuarenta[2]; José Gómez Espinoza[2]; Berenice Rivera Cortez[3]

[1]Estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Tecnológico Nacional de México, Roque, Celaya, Guanajuato, C.P 38110, México. [2] Maestría en Ciencias, Tecnológico Nacional de México, Roque, Celaya, Guanajuato, C.P 38110, México, [2] Ingeniería en Hidrológica, Tecnológico Nacional de México, Roque, Celaya, Guanajuato, C.P 38110, México, Doctorado en Ciencias de Producción, Tecnológico Nacional de México, Roque, Celaya, Guanajuato, C.P 38110, México, [3]Maestría en Tecnología Informática Educativa, Universidad Autónoma de Zacatecas, CP. 98000, México, Autor de correspondencia: berenice.rc@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El presente estudio evaluó el crecimiento inicial de *Physalis ixocarpa* mediante el uso de composta como sustrato, comparando el riego con agua de pozo (agua normal) frente al uso de efluente acuícola. Se analizaron variables de altura y ancho del tallo en un total de 129 plántulas, distribuidas en 60 bajo el tratamiento con agua normal y 69 bajo el tratamiento con efluente. Los resultados indicaron diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre tratamientos ($p < 0.05$), observándose un mayor desarrollo en las plántulas irrigadas con efluente acuícola. Estos hallazgos sugieren que la incorporación de efluentes en sistemas de producción puede favorecer el crecimiento inicial del cultivo, contribuyendo a estrategias agrícolas más eficientes y sostenibles.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa*, composta, efluente acuícola, germinación, sostenibilidad.

ABSTRACT

This study evaluated the initial growth of *Physalis ixocarpa* using compost as a growing medium and comparing irrigation with well water (normal water) versus aquaculture effluent. Height and stem diameter were measured in a total of 129 seedlings, distributed as 60 under the normal water treatment and 69 under the effluent treatment. The results showed statistically significant differences in average plant height between treatments ($p < 0.05$), with greater growth observed in seedlings irrigated with aquaculture effluent. These findings suggest that the use of effluent may enhance early plant development under a sustainable production approach.

Keywords: *Physalis ixocarpa*, compost, aquaculture effluent, germination, sustainability

INTRODUCCIÓN

El tomatillo (*Physalis ixocarpa*) es una especie herbácea de ciclo relativamente corto que forma parte fundamental de la agricultura y la gastronomía mexicana desde épocas antiguas. Su cultivo representa una actividad económica relevante, ya que México figura entre los principales productores a nivel mundial, con volúmenes que superan las 700 mil toneladas anuales. La producción se concentra principalmente en estados como Sinaloa, Zacatecas, Jalisco, Michoacán y Puebla, donde las condiciones ambientales favorecen su desarrollo. Además, este producto tiene importancia comercial internacional, ya que es exportado principalmente a Estados Unidos y Canadá, debido a la alta demanda de ingredientes utilizados en la cocina tradicional mexicana (SADER, s.f.).

El tomatillo también posee importancia nutricional y funcional, ya que es fuente de vitamina C, compuestos fenólicos y antioxidantes que contribuyen a la alimentación humana. Además, contiene minerales esenciales y fibra dietética, lo que incrementa su valor dentro de la dieta tradicional mexicana. De acuerdo con Ciencias Agrícolas, el interés por este cultivo ha aumentado debido a su potencial económico y nutricional. Medina-Medrano *et al*. (2021) destacan que los frutos de *Physalis ixocarpa* presentan compuestos bioactivos con capacidad antioxidante y propiedades benéficas para la salud.

Comprender el proceso de germinación es esencial para obtener plántulas vigorosas y uniformes. La germinación inicia cuando la semilla absorbe agua, activando procesos metabólicos internos que permiten el desarrollo del embrión. Durante esta etapa ocurre la movilización de reservas nutritivas, lo que da lugar primero a la emisión de la radícula y posteriormente al crecimiento del tallo y las primeras hojas. Para que este proceso ocurra de manera eficiente, se requieren condiciones ambientales adecuadas, como humedad constante, temperatura óptima entre 20 y 30 °C, disponibilidad de oxígeno y un medio de cultivo que proporcione buena aireación y drenaje. En este contexto, la composta representa una alternativa adecuada como sustrato, ya que mejora la estructura física del medio de crecimiento, favorece la retención equilibrada de agua y aporta nutrientes esenciales que apoyan el establecimiento inicial de la planta (Han *et al*., 2021).

La implementación de estrategias sostenibles en la producción agrícola es cada vez más necesaria. Una alternativa viable es la utilización de efluentes provenientes de sistemas acuícolas, los cuales contienen nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Estos elementos pueden ser aprovechados por las plantas, reduciendo la necesidad de fertilizantes sintéticos y promoviendo la integración de sistemas productivos. La reutilización del efluente contribuye al uso eficiente del agua y al cierre de ciclos de nutrientes dentro de un enfoque de producción más responsable (Troche Arias *et al*., 2021).

Asimismo, el uso de fertilización orgánica y biofertilizantes en la producción de plántulas puede mejorar el crecimiento vegetal y reducir el impacto ambiental generado por fertilizantes químicos. Ramos-González *et al*. (2020) señalan que los sustratos orgánicos favorecen la absorción de nutrientes, estimulan el crecimiento radicular y mejoran la calidad de las plántulas en etapas tempranas de desarrollo.

El uso de composta como sustrato también ofrece ventajas importantes en el establecimiento de plántulas (Hernández-Rodríguez *et al*., 2020). La adición de composta incrementa la capacidad de intercambio catiónico, mejora la retención de nutrientes y favorece las propiedades físicas del sustrato utilizadas en el establecimiento de plantas Debido a su origen orgánico, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del medio de cultivo, incrementando la actividad microbiana y facilitando la disponibilidad gradual de nutrientes (Montoya-Jasso *et al*., 2021). Los materiales orgánicos utilizados como componentes de sustrato contribuyen al desarrollo adecuado de plántulas y representan una alternativa sostenible al aprovechamiento de residuos orgánico, Además, favorece el desarrollo del sistema radicular y contribuye a la sostenibilidad del sistema productivo al aprovechar residuos orgánicos transformados en un recurso útil (Acevedo-Alcalá *et al*., 2020).

Por otra parte, la integración de sistemas acuícolas y agrícolas mediante el aprovechamiento de efluentes permite optimizar recursos y avanzar hacia modelos de producción sustentable. Según Goddek *et al*. (2019), los sistemas integrados acuapónicos reducen el desperdicio de agua y permiten reutilizar nutrientes provenientes de la actividad acuícola, favoreciendo la sostenibilidad agrícola y ambiental. El objetivo de este proyecto fue evaluar el desarrollo inicial del tomatillo utilizando composta como sustrato y comparando el uso de agua de pozo con efluente acuícola. Se busca determinar si el efluente favorece la germinación y el crecimiento temprano de las plántulas, integrando prácticas que optimicen el uso de recursos y promuevan un sistema de producción más sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en condiciones controladas de Invernadero que se encuentra en la unidad de Acuacultura en el Tecnológico Nacional de México Campus Roque; Se utilizaron semillas certificadas de *Physalis ixocarpa* con buena viabilidad y uniformidad. Se evaluaron los siguientes tratamientos: T1: Riego con agua de pozo + sustrato de composta; T2: Riego con efluente acuícola + sustrato de composta.

Se empleó un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, altura de plántula y ancho de tallo. Los datos obtenidos se

analizaron mediante pruebas estadísticas en sistema estadístico SAS 9.4, considerando un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. y comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza muestran diferencias altamente significativas en los tratamientos para la variable altura, en el caso de los tratamientos para la variable ancho de tallo fueron no significativas (cuadro 1). El uso de composta como sustrato permitió un desarrollo adecuado de las plántulas, favoreciendo la retención de humedad y la disponibilidad de nutrientes.

Cuadro 1. Análisis de varianza de las variables ancho de tallo y altura de tomate de cáscara.

Fuente	GL	AT	AP
Tratamiento	1	0.09633333^{ns}	1496.720333**
Repetición	2	0.27700000^{ns}	9.151000^{ns}
Error	26	0.16433333	10.199410
C.V.		28.34	10.97

FV = Fuente de variación; gl = Grados libertad; AP= Altura de planta; AT = Altura de Tallo.; CV (%) = Coeficiente de variación; * = Diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$): ** = Diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$); ns = No significativo ($P \geq 0.05$)

Para la comparación de medias encontramos que el tratamiento de agua de pez en la variable de altura tuvo el valor mas alto, para el caso de la variable ancho de tallo no se mostraron diferencias entre tratamientos (cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias para variables ancho de tallo y altura de tomate de cáscara.

Tratamiento	AT	AP
Agua normal	1.4867a	22.027b
Agua de pez	1.3733a	36.153^{a}

Los valores en la misma columna con las diferentes letras son estadísticamente significativos; AP= Altura de planta; AT = Altura de Tallo.

Esto demuestra que el uso de efluente acuícola incrementó significativamente la altura de las plántulas en comparación con el riego con agua normal. En el análisis estadístico completo del ancho del tallo, los datos descriptivos muestran una tendencia mayor en el tratamiento con efluente, lo que sugiere mejor desarrollo estructural de las plantas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que el uso de efluente acuícola favorece significativamente el crecimiento en altura de *Physalis ixocarpa* cuando se utiliza composta como sustrato. Este comportamiento puede atribuirse al aporte adicional de nutrientes como nitrógeno y fósforo presentes en el efluente, los cuales estimulan el crecimiento

vegetativo. Se valida lo que menciona Han *et al*. (2021) explican que la germinación de semillas está regulada por factores como la temperatura, el agua, los nutrientes y las fitohormonas, los cuales influyen directamente en el desarrollo inicial de la planta. La composta contribuye a mejorar las propiedades físicas del medio de cultivo, facilitando la aireación y retención equilibrada de humedad, lo que crea condiciones favorables para la absorción de nutrientes. La combinación de composta y efluente acuícola representa un sistema integrado que optimiza recursos y promueve prácticas agrícolas sostenibles.

Estos resultados respaldan la importancia de implementar estrategias de reutilización de recursos en sistemas productivos, contribuyendo al cierre de ciclos de nutrientes y al desarrollo de modelos agrícolas más eficientes. Troche Arias *et al*. (2021) mencionan que la reutilización de efluentes en sistemas hidropónicos puede contribuir al aprovechamiento eficiente de nutrientes y agua. Durante el tratamiento del proyecto con efluente acuícola comprobamos que se produjo un crecimiento significativamente mayor en altura. La composta funcionó adecuadamente como sustrato para el establecimiento de plántulas. La integración de composta y efluente acuícola representa una alternativa viable y sostenible para la producción de tomatillo. Los resultados apoyan la implementación de sistemas productivos con enfoque de economía circular

CONCLUSIONES

El empleo combinado de efluentes acuícolas con materia orgánica, representa una alternativa en la producción de las plantas.

El trasplante de plantas con el procedimiento empleado fue eficiente, lo que representa una oportunidad para una agricultura sustentable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Alcalá, P., Taboada-Gaytán, O. R., & Cruz-Hernández, J. (2020). *Caracterización de fertilizantes orgánicos y estiércoles para uso como componentes de sustrato*. Acta Agronómica, 69(3), 234–240. https://doi.org/10.15446/acag.v69n3.84508

Barros, J. R. A., Angelotti, F., Santos, J. O., Silva, R. M., Dantas, B. F., & Melo, N. F. (2020). *Optimal temperature for germination and seedling development of cowpea seeds*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 14(2). https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.10339

Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B., & Burnell, G. M. (2019). Aquaponics food production systems: Combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6

Han, Z., Ku, L., Zhang, Z., Zhang, J., Guo, S., Liu, H., Zhao, R., Ren, Z., & Chen, Y. (2021). *The regulatory network behind maize seed germination: Effects of temperature, water, phytohormones, and nutrients*. Crop Journal, 9(3), 588–605. https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.11.005

Hernández-Rodríguez, O. A., Ojeda-Barrios, D. L., López-Díaz, J. C., & Arras-Vota, A. M. (2020). *Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo*. Tecnociencia Chihuahua, 4(1), 1–6. https://doi.org/10.54167/tch.v4i1.719

Cifuentes-Torres, L. C., Correa-Reyes, G. C., & Sánchez, J. E. (2021). *Can reclaimed water be used for sustainable food production in aquaponics?* Frontiers in Plant Science, 12, 669984. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.669984

Martínez-Antonio, E. M., Magallón-Barajas, F., Racotta, I. S., Santiago-Martínez, G. M., & Castañeda-Hidalgo, E. (2022). *Nutrientes residuales de sistemas acuícolas para la integración a sistemas agrícolas*. Revista Mexicana de Agroecosistemas, 9(2), 45-56.

Medina-Medrano, J. R., Almaraz-Abarca, N., González-Elizondo, M. S., & Herrera-Arrieta, Y. (2021). Contenido fenólico y capacidad antioxidante en frutos de Physalis ixocarpa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 12(4), 745–754.

Montoya-Jasso, V. M., Ordaz-Chaparro, V. M., Benedicto-Valdés, G. S., Ruiz-Bello, A., & Arreola-Tostado, J. M. (2021). *Caracterización química y física de sustratos enriquecidos con minerales y composta*. Terra Latinoamericana, 39. https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.601

Ramos-González, R. H., García-López, J. I., Preciado-Rangel, P., & Sánchez-Chávez, E. (2020). Uso de sustratos orgánicos en la producción de plántulas hortícolas. Terra Latinoamericana, 38(3), 561–570.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (s.f.). *Información estadística agrícola nacional*. Gobierno de México

Troche Arias, G. A., Duré, G., Velázquez Decoud, L., & López Arias, T. R. (2021). *Reutilización del efluente de un humedal construido de flujo subsuperficial vertical en un cultivo hidropónico tipo NFT de Lactuca sativa*. Revista de la Sociedad Científica del Paraguay, 26(1), 35-49. https://doi.org/10.32480/rscp.2021.26.1.35