

EFFECTO DE LA EDAD DE TRASPLANTE EN EL RENDIMIENTO DE JITOMATE RIÑÓN SILVESTRE

EFFECT OF TRANSPLANT AGE ON WILD KIDNEY TOMATO YIELD

Agustín-Oropeza, F.¹; Torres-Beltran, A.¹; Mendoza-Pérez, C.²; Bernal-Alzate, J.C.^{1*}

¹Universidad Interserrana del Estado de Puebla Ahuacatlán Carr. Los llanos km 1. San Andrés Tlayehualancingo Ahuacatlán Puebla C.P 73330.

² Colegio de postgraduados COLPOS. Dirección Km. 36.5, México 136 5, Montecillo, 56230 Montecillo, Méx.

* E-mail: claudio.bernal@uiepa.edu.mx

Fecha de envío: 19, mayo, 2025

Fecha de publicación: 20, septiembre, 2025

Resumen:

El jitomate riñón silvestre (*Solanum lycopersicum* L.) representa una alternativa productiva con características organolépticas superiores demandadas en el sector gastronómico. El objetivo fue evaluar el efecto de dos edades de trasplante sobre el rendimiento y propiedades fisicoquímicas del jitomate riñón silvestre de Ahuacatlán y Amixtlán, Puebla, bajo condiciones de invernadero. Se establecieron dos tratamientos: T1 (trasplante a 34 días después de siembra) y T2 (trasplante a 49 días después de siembra), utilizando 20 plantas por tratamiento con tres repeticiones. Las semillas se obtuvieron de frutos silvestres, procesadas mediante fermentación controlada. Las variables evaluadas incluyeron parámetros fisiológicos, físicos del fruto y fisicoquímicos. El porcentaje de germinación fue del 98.75%. El tratamiento T2 mostró superioridad significativa ($p < 0.05$) en desarrollo vegetativo, presentando 22% más hojas verdaderas a las cuatro semanas post-trasplante y alcanzando alturas de 146 cm versus 137 cm en T1. La floración se inició una semana antes en T2, con 90% de cuajado en la sexta semana comparado con 43% en T1. El rendimiento por planta fue significativamente mayor en T2 (398 g) versus T1 (246 g), con frutos de mayor tamaño (16.9 g vs 12.1 g) y mayor número por planta (23.7 vs 17.2). Los análisis fisicoquímicos revelaron pH entre 4.07-4.14, °Brix de 3.1-3.8, y contenido de cenizas de 0.835-1.061 g/100g. El trasplante tardío permitió mejor desarrollo radicular y foliar, resultando en plantas más vigorosas con mayor capacidad fotosintética. Se concluye que el trasplante a los 49 días después de siembra optimiza el potencial productivo del jitomate riñón, representando una estrategia de manejo agronómico efectiva y económicamente viable para productores de la región.

Palabras clave: Horticultura, invernadero, precocidad.

Abstract:

Wild kidney tomato (*Solanum lycopersicum* L.) represents a productive alternative with superior organoleptic characteristics demanded in the gastronomic sector. The objective was to evaluate the effect of two transplant ages on yield and physicochemical properties of wild kidney tomato from Ahuacatlan and Amixtlán, Puebla, under greenhouse conditions. Two treatments were established: T1 (transplant at 34 days after sowing) and T2 (transplant at 49 days after sowing), using 20 plants per treatment with three replications. Seeds were obtained from wild fruits, processed through controlled fermentation. Variables evaluated included physiological parameters, fruit physical characteristics, and physicochemical properties. Germination percentage was 98.75%. Treatment T2 showed significant superiority ($p < 0.05$) in vegetative development, presenting 22% more true leaves at four weeks post-transplant and reaching heights of 146 cm versus 137 cm in T1. Flowering began one week earlier in T2, with 90% fruit set in the sixth week compared to 43% in T1. Yield per plant was significantly higher in T2 (398 g) versus T1 (246 g), with larger fruits (16.9 g vs 12.1 g) and higher number per plant (23.7 vs 17.2). Physicochemical analyses revealed pH between 4.07-4.14, °Brix of 3.1-3.8, and ash content of 0.835-1.061 g/100g. Late transplanting allowed better root and foliar development, resulting in more vigorous plants with greater photosynthetic capacity. It is concluded that transplanting at 49 days after sowing optimizes the productive potential of kidney tomato, representing an effective and economically viable agronomic management strategy for regional producers.

Keywords: Horticulture, greenhouse, earliness

INTRODUCCIÓN

México posee una extraordinaria diversidad biológica que lo posiciona como uno de los principales proveedores mundiales de productos hortofrutícolas. Entre las especies silvestres de mayor relevancia se encuentra el género *Solanum* L., reconocido por sus propiedades nutricionales y considerable importancia económica (Bonilla, 2013).

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) representa una de las hortalizas más importantes mundialmente. La producción global alcanzó 187 millones de toneladas en 2020 (Orús, 2023), mientras que México se ha consolidado como uno de los principales exportadores, superando los 3 millones de toneladas anuales desde 2017 (FAOSTAT, 2023; Miranda, 2022).

La domesticación del jitomate se originó en México y Centroamérica, donde persisten variedades silvestres con características genéticas valiosas (SEP, 2008).

Las variedades criollas, aunque representan una fracción menor de la producción comercial, poseen atributos sensoriales superiores altamente demandados en el sector gastronómico (Bonilla, 2013). El estado de Puebla se posiciona entre los diez

principales productores nacionales, alcanzando 145,258.53 toneladas en 2022 (SIAP, 2023). Sus condiciones edafoclimáticas favorables propician el desarrollo natural del jitomate riñón silvestre, que presenta variabilidad morfológica según las condiciones ambientales locales (Bonilla et al., 2014).

Por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar el potencial productivo del jitomate riñón silvestre de Ahuacatlán y Amixtlán, Puebla, bajo condiciones de invernadero, analizando el efecto de dos edades de trasplante (34 y 49 días) sobre el rendimiento y propiedades fisicoquímicas del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y material biológico

El experimento se realizó en un invernadero de la Universidad Interserrana del Estado de Puebla-Ahuacatlán (20°01'43" N, 97°82'32" O, 1215 msnm), con dimensiones de 30×10×9.7 m, estructura metálica, cubierta de polietileno, ventilación manual y sistema de riego por goteo automatizado. Las semillas se obtuvieron de frutos silvestres de jitomate riñón del municipio de Amixtlán, Puebla, procesadas mediante lavado, fermentación de 48 horas y secado controlado.

Tratamientos y diseño experimental

Se establecieron dos tratamientos basados en la edad de trasplante: T1 (34 días después de siembra) y T2 (49 días después de siembra). La siembra se realizó el 3 de mayo de 2023 en charolas de 200 cavidades con sustrato peat moss. Se utilizaron 20 plantas por tratamiento con tres repeticiones (80 plantas totales), establecidas en macetas de polietileno con tezontle rojo, con distanciamiento de 40 cm entre plantas y 65 cm entre hileras.

Variables fisiológicas: número de hojas verdaderas, altura de planta, diámetro del tallo, número de brazos, inicio de floración, inicio de cuajado y porcentaje de materia seca. **Variables físicas del fruto:** diámetro polar, diámetro ecuatorial y peso del fruto. **Variables fisicoquímicas:** pH mediante potenciómetro JENCO PH 6165KA, sólidos solubles totales (°Brix) con refractómetro portátil CVQ-4013, cenizas por calcinación a 580°C según AOAC (2000), humedad por método de secado (Kirk et al., 1996), y proteínas por método colorimétrico Biuret a 380 nm (Nollet, 1996).

La fertilización se realizó con productos YARA (Complex, Ultrasol MKP, Ultrasol MAP) y nitrato de calcio, aplicados cada dos días mediante sistema Venturi. El riego se programó según etapa fenológica (1280-2400 ml/maceta/día en días soleados). Se implementó tutorado holandés, podas de mantenimiento, polinización manual diaria y control fitosanitario con sulfato de cobre y extracto de canela. La cosecha se realizó durante 42 días, iniciando el 12 de agosto (T1) y 19 de agosto (T2). Los datos se analizaron con SPSS v.23 Statistics. Debido a la ausencia de normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para comparar tratamientos independientes (Romero, 2013). Las variables fisiológicas se representaron gráficamente con Microsoft Excel 2021.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un alto porcentaje de germinación del 98.75 % (395 de 400 semillas) Las hojas cotiledóneas emergieron a los 7 días después de siembra (DDS) mientras que las hojas verdaderas a los 12 DDS, indicando una alta viabilidad de semilla utilizada. El tratamiento T2 mostró superioridad en el desarrollo vegetativo. A las cuatro semanas después del trasplante presentó un incremento del 22 % en el número de hojas verdaderas comparado con T1. Al finalizar las 14 semanas de evaluación las plantas alcanzaron una altura promedio de 146 cm en T2 y 137 cm en T1. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el número de brazos desarrollados siendo mayor en T2. Las plantas de T2 exhibieron precocidad en la floración iniciando la tercera semana DDT una semana antes que T1. Adicionalmente, el 90 % de las plantas de T2 presentaron cuajado de fruto en la sexta semana DDT contra el 43 % de plantas en T1. El análisis del ciclo fenológico reveló que la primera cosecha del T1 se realizó a los 67 días Mientras que en el T2 ocurrió a los 59 mostrando una ventaja de precocidad de 8 días para este último.

Las diferencias de las variables fisiológicas y fisicoquímicas se muestran en el cuadro 1.

La germinación fue superior al rango típico de variedades comerciales (85-90%) reportado por Delgado et al. (2018) y Fernández et al. (2006), y mayor al 83% obtenido por Nolasco (2018). Este alto porcentaje puede atribuirse al corto tiempo transcurrido entre la obtención de la semilla y su siembra (Saavedra, 2019). En

cuanto al desarrollo vegetativo, las plantas presentaron un número de hojas similar a lo reportado por Marín (2017), pero con alturas menores (1.37-1.46 m) comparado con los 2.84-2.94 m obtenidos por este autor, aunque superiores a los 80 cm reportados por Nord (2017).

Cuadro 1. Variables fisiológicas y fisicoquímicas evaluadas en el fruto de jitomate riñón, obtenidas en dos fechas de trasplante.

Table 1. Physiological physicochemical variables evaluated in the kidney-shaped tomato fruit, obtained at two transplant dates.

Variables fisiológicas	T1	T2
Diámetro polar del fruto (cm)	1.72 ^b	2.12 ^a
Diámetro ecuatorial del fruto (cm)	2.4 ^b	3.18 ^a
Peso del fruto (g)	12.1 ^b	16.9 ^a
No. de frutos por planta	17.2 ^b	23.7 ^a
Rendimiento del peso de los frutos por planta (g)	246 ^b	398 ^a
Variables fisicoquímicas		
pH	4.14 ^a	4.07 ^b
° Brix	3.8 ^a	3.1 ^b
Ceniza (mg/100 g)	835 ^b	1061 ^a
Proteína (mg/100 g)	144 ^a	65 ^b
Humedad (g/100 g)	58.26 ^a	59.63 ^a

Medias con superíndice diferente entre columnas son significativamente diferente ($p < 0.05$) según la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

El inicio de floración difiere a lo reportado por Matos (2017) con 71-75 DDS y Adame (2019) con 44 DDS. El ciclo productivo fue temprano (101-109 días después del trasplante), concordando con Saavedra (2019) y Martínez et al. (2017) para variedades precoces. Las plantas del T2 acumularon mayor materia seca, similar a lo observado por Vázquez et al. (2011).

El rendimiento obtenido fue comparable con estudios de Guzmán (2012), Moreno (2010), Leana (2022) y Bonilla (2013) en jitomates nativos. La diferencia en el rendimiento entre tratamientos concordó con Chacondori (2017) y Sánchez (2023), quienes reportaron incrementos del rendimiento con trasplantes tardíos. Según Laurente (2021) y Vázquez et al. (2011), las plántulas de mayor edad al trasplante presentan menor estrés debido al mayor contenido de carbohidratos de reserva y mejor desarrollo radicular.



Los análisis fisicoquímicos revelaron valores de pH entre 4.07-4.14, dentro del rango normal según Ciruelos et al. (2009) pero por debajo de lo reportado por Gervacio (2017), Leana (2022), González et al. (2011) y Santiago et al. (1998). El contenido de sólidos solubles (°Brix) se situó entre 3.1-3.8, clasificándose como baja calidad según Castellanos (2009), aunque similar a Bonilla et al. (2014) y dentro del rango de Maldonado et al. (2016). El contenido de cenizas (0.835-1.061 g/100g) fue aceptable comparado con Alvarado y Hernández (2005). El contenido de proteína resultó bajo (0.065-0.144 g/100g) comparado con Ortiz (2020) y valores típicos reportados por Jaramillo et al. (2007). La humedad obtenida (59 g/100g) fue considerablemente baja según Raigón et al. (2022) y Yousuf et al. (2020), posiblemente por limitaciones metodológicas (Bonilla, 2017).

Según Hernández et al. (2008), Barrera (2021) y Botella et al. (2021), las variaciones en propiedades fisicoquímicas se deben a factores como temperatura, radiación solar (Choque, 2014), manejo del agua (Mitchell y Sherman, 1991) y condiciones ambientales (Valerga et al., 2020).

CONCLUSIÓN

La edad de trasplante constituye un factor crítico en la optimización productiva del jitomate riñón bajo las condiciones de Ahuacatlán, Puebla. Los resultados demuestran que permitir un mayor desarrollo de las plántulas antes del trasplante genera plantas más vigorosas con superior capacidad de establecimiento y adaptación al medio de cultivo. Esta práctica de manejo se traduce en beneficios económicos tangibles para los productores, mejorando significativamente la rentabilidad del cultivo a través del incremento en la producción, la precocidad en la cosecha y la calidad comercial del fruto. La uniformidad observada en el desarrollo vegetativo sugiere mayor predictibilidad en la producción, lo cual facilita la planificación de las labores de manejo y comercialización. Desde una perspectiva fisiológica, el mayor tiempo de desarrollo en almácigo permite un mejor establecimiento del sistema radicular y foliar, resultando en plantas con mayor capacidad fotosintética y de absorción de nutrientes. La investigación confirma que el ajuste de la edad de trasplante representa una estrategia de manejo agronómico efectiva, económicamente viable y de fácil implementación para optimizar los

sistemas de producción hortícola en la región, proporcionando a los productores una herramienta práctica para incrementar la competitividad de sus cultivos sin requerir inversiones adicionales significativas en infraestructura o insumos.

Se recomienda el trasplante de plántulas de jitomate riñón a los 49 días después de la siembra para maximizar el potencial productivo del cultivo en la región de Ahuacatlán, Puebla. Esta práctica puede contribuir significativamente a mejorar la rentabilidad del cultivo para los productores locales.

LITERATURA CITADA

Adame Ramírez, J. A. (2019). Calidad de semilla de genotipos de jitomate criollo (*Solanum lycopersicum* L.) (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Guerrero. Recuperado de http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/922/06130405_TM2019_OK.pdf

Alvarado Ortega, J. F., & Hernández Castillo, J. J. (2005). Características físico-químicas de las variedades de tomate bola y saladett y cultivares criollos tipo riñón (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/516>

Bonilla-Barrientos, O. (2013). Diversidad agronómica y morfológica de jitomate arriñonados y tipo pimienta de alto valor comercial en los Estados de Puebla y Oaxaca (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados. Recuperado de <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/1874>

Bonilla-Barrientos, O., Lobato Ortiz, R., García Zavala, J. J., Cruz Izquierdo, S., Reyes López, D., Hernández Leal, E., & Hernández Bautista, A. (2014). Diversidad agronómica y morfológica de tomates arriñonados y tipo pimienta de uso local en Puebla y Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(2), 129–139. Recuperado de <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/37-2/4a.pdf>

Chacondori Fernández, R. H. (2017). Tres momentos de poda y en dos épocas de trasplante en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Matusalén bajo las condiciones de Camaná-Arequipa 2015 (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Recuperado de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cabb8403-5084-4652-b5a6-28d0355c1d68/content>

Choque, E. (2014). Caracterización y evaluación química de fruto en germoplasma nativo e introducido de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) del Banco de Germoplasma del INIAF (Tesis de maestría). Universidad Mayor de San Simón. Recuperado de <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/2091/3/Tesis%20Choque%20Emiliana.pdf>



- Ciruelos Calvo, A., de la Torre Carreras, R., & González Ramos, C. (2009). Parámetros de calidad en el tomate para la industria. En *La Agricultura y la Ganadería Extremeñas* (22^a ed.). Edelibros. Recuperado de https://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/eia/archivos/iag/2007/2007_09%20Parametros%20de%20calidad%20en%20el%20tomate%20para%20industria.pdf
- FAO. (2023). Cultivos y productos de ganadería. FAOSTAT. Recuperado de <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Fernández Bravo, C., Urdaneta, N., Silva, W., Poliszuk, W., & Marín, M. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23(2), 188–196.
- Gervacio Canales, A. (2017). Caracterización de familias sobresalientes de poblaciones nativas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), en hidroponía e invernadero (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados. Recuperado de <http://colposdigital.colpos.mx:8080/handle/10521/4064>
- Guzmán Moreno, M. (2012). Jitomate riñón tolerante a patógenos de raíz y aptitudes combinatorias de colectas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo de México (Tesis de doctorado). Colegio de Postgraduados. Recuperado de <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/1816>
- Hernández Suárez, M., Rodríguez Rodríguez, E. M., & Díaz Romero, C. (2008). Chemical composition of tomato (*Lycopersicon esculentum*) from Tenerife, the Canary Islands. *Food Chemistry*, 106(3), 1046–1056. doi:10.1016/j.foodchem.2007.07.025
- Jaramillo, N.J. E., Sánchez, León, G. D., Patricia, Rodríguez, V., Aguilar, Aguilar, P. A., Zapata, Cuartas, M. Á., & Guzmán, Arroyave, M. (2007). Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones (Primera ed.). Colombia. <https://www.fao.org/4/a1374s/a1374s00.htm>
- Laurente Paico, M. C. (2021). Producción y trasplante de plantines de hortalizas (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4974/laurente-paico-maria-celestina.pdf>
- Leana Acevedo, J. L. (2022). Comportamiento agronómico, compuestos bioactivos y caracterización molecular de ecotipos nativos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivados en invernadero (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Recuperado de <http://riaa.uaem.mx/xmlui/handle/20.500.12055/2713>
- Maldonado Peralta, R., Ramírez Vallejo, P., González Hernández, V., Castillo González, F., Sandoval Villa, M., Livera Muñoz, M., & Cruz Huerta, N. (2016). Riqueza agronómica en colectas mexicanas de tomates nativos (*Solanum lycopersicum* L.M). *Agroproductividad*, 9(12), 68–65.



- Marín Montes, I. M. (2017). Diversidad de jitomates nativos de Oaxaca, Puebla y Veracruz (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados. Recuperado de <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/2984>
- Martínez, C. J. P., Salinas P., L., & Corradini S., F. (2017). Nutrición y fertilidad en tomate bajo condiciones de invernadero. En Torres, P. A. (Ed.), Manual de cultivo del tomate bajo invernadero (pp. 20–30). Santiago, Chile.
- Matos Canul, E. E. (2017). Caracterización morfológica y molecular del jitomate riñón cultivado en invernadero (Tesis de licenciatura). Colegio de Postgraduados.
- Miranda, Bernal, M. A. (2022). Exportación de tomate: panorama general. Producepay: <https://es.producepay.com/blog/articulos/exportacion-de-tomate-panorama-general/#:~:text=M%C3%A9xico%20es%20el%20mayor%20exportador,de%20datos%20de%20la%20FAO>.
- Mitchel, J., & Shennam, C. (1991). Tomato fruit yield and quality under water deficit and salinity. *American Society for Horticultural Science*.(116), 215-221. Doi. <http://dx.doi.org/10.21273/JASHS.116.2.215>
- Moreno Pérez, R. (2010). Evaluación de variedades de tomate bajo condiciones de invernadero (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Nollet, L. M. (1996). Handbook of Food Analysis (2nd ed., Vol. 1). Nueva York. Doi. <https://doi.org/10.1201/9781482276459>
- Ortiz Salazar, G. C. (2020). Diversidad Fenotípica y bromatológica del jitomate criollo cultivado en condiciones protegidas (Tesis de licenciatura). Tecnológico Nacional de México.
- Orús, A. (2023). Volumen de tomates frescos producidos al año en el mundo en 2012 y 2021. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/529413/produccion-de-tomates-frescos-en-el-mundo/>
- Raigón, M. D., Rodríguez-Burruezo, A., & Prohens, J. (2022). Comparison of mineral element contents of local tomato cultivars and commercial varieties. *Scientia Horticulturae*, 288, 110372.
- Romero, Saldaña. M. (2013). Contraste de Hipótesis; Comparación de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas: Prueba U de Mann-Whitney. *Enfermería del trabajo*. 3. 77-84.
- Sánchez, Emiliana. (2023). Evaluación del rendimiento y calidad de jitomate criollo en sistema protegido en Mendoza, Argentina (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Cuyo.
- Santiago, J., Mendoza, M., & Fernando, B. (1998). Evaluación de tomate en sistemas de producción intensiva. *Agronomía Mesoamericana*, 9(1), 59–65.
- Saavedra, R. (2019). Análisis de variables agronómicas en jitomate criollo (Trabajo de investigación).

- SIAP. (2023). Avance de siembras y cosechas. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap>
- Valerga, L., Darreè, M., Josè Zaro, M., Vicente, A. R., Lemoine, M. L., & Concellòn, A. (2020). The plant age influences eggplant fruit growth, metabolic activity, texture and shelf-life. *Scientia Horticulturae*, 272(15). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109590>
- Yousuf Ali, M., Ali Ibn Sina , A., Saif Khandker , S., Neesa , L., Tanvir, E., Kabir , A., Hua, Gan, S. (2020). Composición nutricional y compuestos bioactivos en tomates y su impacto en la salud y la enfermedad humanas: una revisión. *Foods*, 10(1), 45. Doi:10.3390/foods10010045

