



# Producción de tomate con bajo volumen de agua para riego

Luis Eduardo Tamayo-Ruiz\*,  
Patricio Rivera-Ortiz\*, Efraín Neri-Ramírez\*

El de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es un cultivo de importancia mundial. El consumo de este fruto proporciona muchos beneficios en la salud humana, de modo que se le considera como un alimento con múltiples propiedades (Luna-Guevara y Delgado-Alvarado, 2014; SIAP, 2017).

La crisis del agua aumenta año tras año, por lo que se requiere mejorar la eficiencia del uso de este vital líquido (EUA) en la agricultura. El agua es y seguirá siendo una gran limitante para la producción de alimentos (Rijsberman, 2006). Las estimaciones de agua de riego para el cultivo de tomate varían en función de las regiones ecogeográficas, la variedad del cultivo, la estructura del suelo y su capacidad de retención de humedad (Flores *et al.*, 2007; Adu *et al.*, 2018).

La ingesta del fruto de tomate o productos derivados del mismo, que en conjunto con otros vegetales se les atribuyen beneficios a la salud humana, es de mucha importancia ya que contiene antioxidantes como el licopeno (Waliszewski y Blasco, 2010), los flavonoides, fenoles y las vitaminas C y E (tabla I) (Luna-Guevara y Delgado-Alvarado, 2014).

Universidad Autónoma de Tamaulipas.  
Contacto: tamayo.eduardo@outlook.com

Tabla I. Contenido de compuestos antioxidantes en fruto fresco y productos de tomate.

Antioxidante	Fruto fresco	Producto	
		Salsa	Pasta
Licopeno	1.5-5.6	6.5-19	51-59
Vitamina C	19-25	13	42
Vitamina E	0.4	1.4	4.2
Folatos	15	9	2.2

Contenidos reportados de licopeno, vitamina C y E en mg/100 g y folatos en µg/100 g.

Fuente: Luna-Guevara y Delgado-Alvarado, 2014.

De acuerdo con Meléndez-Martínez *et al.* (2004), el consumo de carotenoides presentes en el tomate y en otros alimentos está relacionado con un menor riesgo de padecer enfermedades crónicas como el cáncer o la diabetes.





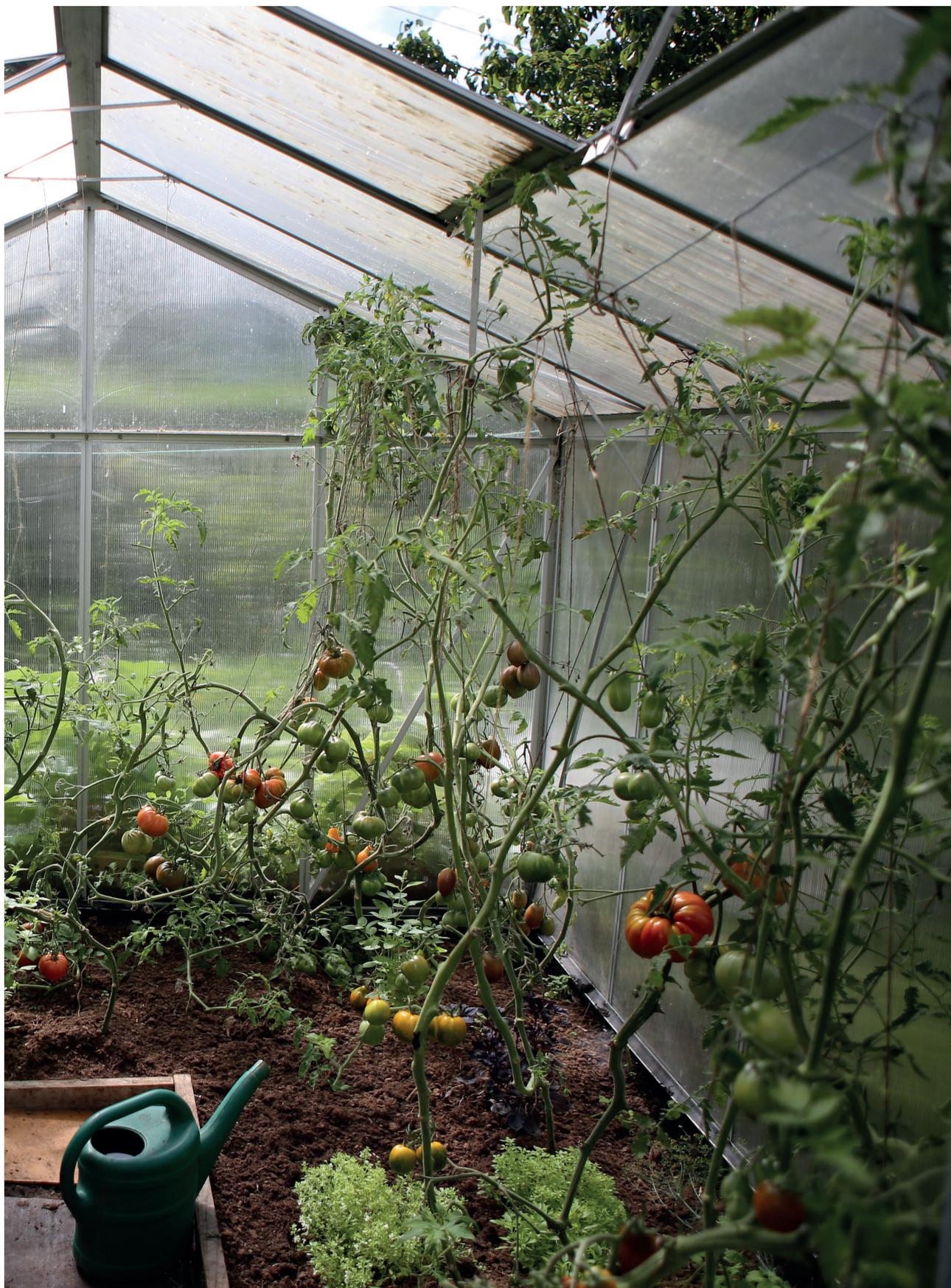
## CANTIDAD DE AGUA DE RIEGO NECESARIA PARA EL CULTIVO DE TOMATE

El agua es un recurso fundamental, tanto para la estabilidad del ecosistema como para la productividad económica (Gleick y Palaniappan, 2010). La eficiencia en el uso del agua para el riego y promover la sustentabilidad es parte medular para la agricultura, la cual se ve afectada con la escasez de este recurso natural (Salazar-Moreno *et al.*, 2014).

Conocer el suministro necesario para el cultivo de tomate ha dado lugar a diferentes investigaciones y resultados durante varios años. El cultivo de tomate puede desarrollarse con volúmenes diarios de agua de 1,800 a 2,700 ml/planta/día en la etapa de fructificación (Snyder, 1992). Los requerimientos para las zonas tropicales húmedas y en variedades de tomate tipo cherry oscilan entre los 300 y los 400 ml por planta, con una productividad de agua de 0.92 kg de fruto/m<sup>3</sup> de agua (Harmanto *et al.*, 2005);

por lo anterior, los requerimientos de agua de riego deben estimarse de manera específica para las condiciones locales en cada periodo de cultivo (Flores *et al.*, 2007).

Las estimaciones de riego pueden realizarse por diversos métodos, dentro de los cuales se pueden citar los que se basan en la evapotranspiración del cultivo, los cuales requieren datos agrometeorológicos. La metodología de Penman-Monteith es muy recomendada por la FAO (Allen, 2006), sin embargo, aunque es muy precisa, requiere datos que muchas veces no son recolectados por las estaciones meteorológicas. Por ello se toman en cuenta otras alternativas como la ecuación de Ivanov, Hargraves, Turc, Jensen-Haise, Penman, Priestley-Taylor, las cuales requieren mínimos datos climáticos, además de su fácil comprensión (Sánchez y Carvacho, 2011).





## MÉTODOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL AGUA DE RIEGO

La transpiración de las plantas es un proceso natural que consiste en la pérdida de agua de las hojas hacia la atmósfera. Los estomas (poros de las hojas) se abren y cierran, lo que provoca la liberación de vapor, así como la preservación de agua, respectivamente (figura 1). Se ha recurrido a diversas maneras de mejorar la eficiencia del riego, como el riego deficitario, el parcial de raíz y la aplicación de antitranspirantes sobre las hojas de los cultivos con el fin de modificar la respuesta y actividad estomática en plantas para aumentar la eficiencia en el uso del agua y ello ha otorgado opciones factibles que ayudan a afrontar la escasez.

El tratamiento de riego deficitario consiste en aplicar riegos menores al ideal, es decir, se prescindirá un porcentaje del agua total de riego ne-

cesario, lo que provoca en el cultivo un estrés hídrico con el objetivo de fomentar comportamientos positivos en la actividad estomática del cultivo. Esto estimula la apertura y cierre de los estomas para evitar que se pierda agua (González-Altosano y Castel, 2003; Agbna *et al.*, 2017). El riego deficitario utilizado en el cultivo de tomate reduce el rendimiento, pero aumenta significativamente, entre otras características, los sólidos solubles totales, la vitamina C y ácidos orgánicos del fruto (Agbna *et al.*, 2017). Además, este método es de fácil aplicación a otras técnicas como la hidroponía o el cultivo sin suelo, y en este caso la productividad de agua aumenta, es decir, mayor rendimiento por menor cantidad de agua, por lo que se reportan resultados prometedores para ponerlo en práctica (Hooshmand *et al.*, 2019).

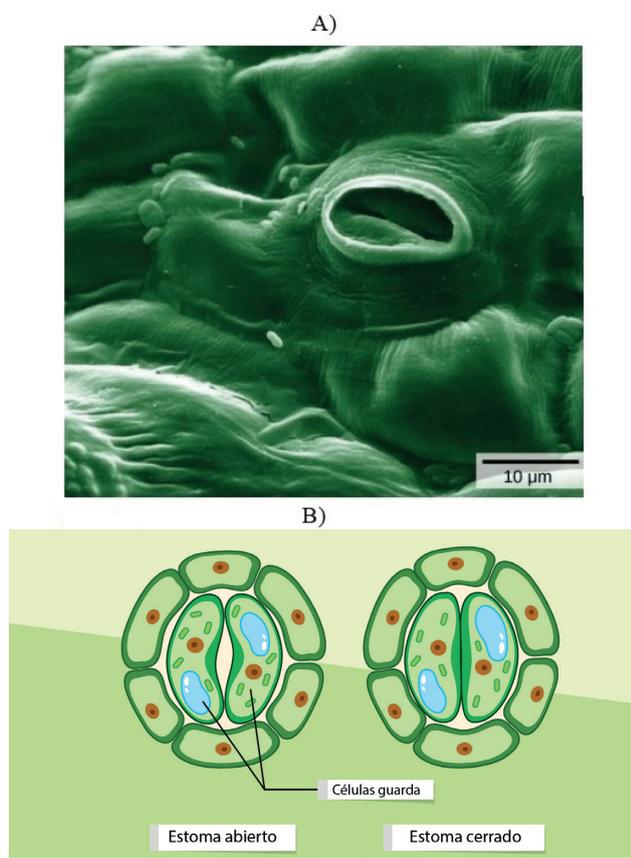


Figura 1. A) Estructura del estoma cerrado, fotografiado mediante un microscopio electrónico y B) vista del estoma abierto y cerrado de la hoja de una planta de tomate (CNX.org, 2016).

Otro método de suministro hídrico, denominado riego parcial de raíz, ha logrado explicar que la eficiencia en el uso del agua en los cultivos es posible, además de que se ha demostrado que conserva la humedad del suelo en comparación con el riego deficitario, y por tanto se han obtenido mayores índices de productividad de agua (Hashem *et al.*, 2019). La metodología del riego parcial de raíz (figura 2) está basada en regar de manera parcial la raíz lateral, limitando el riego a la parte adyacente restante, de modo que el

riego parcial de raíz pueda, de manera simultánea, reducir el consumo e incrementar la eficiencia en el uso del agua (Liu *et al.*, 2017).

El riego deficitario y riego parcial de raíz son métodos potencialmente viables para establecer estrategias y lograr eficiencia en el uso del agua en el cultivo de tomate (Adu *et al.*, 2018).

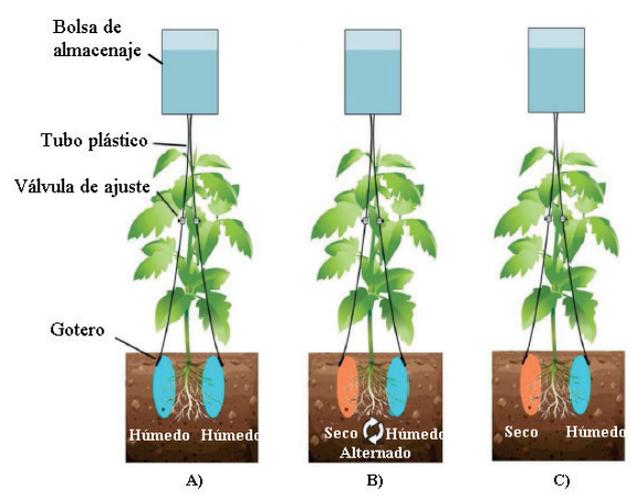


Figura 2. Representación gráfica de la técnica de riego parcial de raíz comparando A) riego convencional, B) riego parcial de raíz alternado y C) riego parcial de raíz fijo (Liu *et al.*, 2017).

La aplicación de antitranspirantes o emulsiones sobre las hojas para frenar la transpiración de las plantas es una técnica en la que se han encontrado resultados favorables para el suministro de agua, sin embargo, el rendimiento que se obtiene podría no ser el esperado, no así la eficiencia en el uso del agua que aumenta a índices que van de 21 a 28% con distintos tipos y dosis de antitranspirantes (AbdAllah *et al.*, 2018).



## CONCLUSIÓN

El riego deficitario y riego parcial de raíz son métodos potencialmente viables para establecer estrategias y lograr eficiencia en el uso del agua de riego en el cultivo de tomate. Sin embargo, se deben realizar las evaluaciones correspondientes para los cultivos y zonas geográficas específicas.

## REFERENCIAS

- Abdallah, A.M., Burkey, K.O., y Mashaheet, A.M. (2018). Reduction of plant water consumption through anti-transpirants foliar application in tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientia Horticulturae*. 235: 373-381.
- Adu, M.O., Yawson, D.O., Armah, F.A., et al. (2018). Meta-analysis of crop yields of full, deficit, and partial root-zone drying irrigation. *Agricultural Water Management*. 197: 79-90.
- Agbna, G.H.D., She, D.L., Liu, Z.P., et al. (2017). Effects of deficit irrigation and biochar addition on the growth, yield, and quality of tomato. *Scientia Horticulturae*. 222: 90-101.
- Allen, R.G. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*, FAO. 298 p.
- CNX.ORG. (2016). *Biology*. Disponible en: [http://cnx.org/contents/GFy\\_h8cu@10.53:rZudN6XP@2/Introduction](http://cnx.org/contents/GFy_h8cu@10.53:rZudN6XP@2/Introduction)
- Flores, J., Ojeda-Bustamante, W., López, I., et al. (2007). Requerimientos de riego para tomate de invernadero. *Terra Latinoamericana*. 25: 127-134.
- Gleick, P.H., y Palaniappan, M. (2010). Peak water limits to freshwater withdrawal and use. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 107: 11155-11162.
- González-Altosano, P., y Castel, J.R. (2003). Riego deficitario controlado en 'Clementina de Nules'. I. Efectos sobre la producción y calidad de la fruta. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 1: 11.
- Harmanto, V.M., Salokhe, Babel, M.S., y Tantau, H.J. (2005). Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. *Agricultural Water Management*. 71: 225-242.
- Hashem, M.S., El-Abedin, T.Z., y Al-Ghobari, H.M. (2019). Rational water use by applying regulated deficit and partial root-zone drying irrigation techniques in tomato under arid conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 79: 75-88.
- Hooshmand, M., Albaji, M., Nasab, S.B., et al. (2019). The effect of deficit irrigation on yield and yield components of greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum*) in hydroponic culture in Ahvaz region, Iran. *Scientia Horticulturae*. 254: 84-90.
- Liu, X.G., Li, F., Zhang, F.C., et al. (2017). Influences of alternate partial root-zone irrigation and urea rate on water- and nitrogen-use efficiencies in tomato. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 10: 94-102.
- Luna-Guevara, M.L., y Delgado-Alvarado, A. (2014). Importancia, contribución y estabilidad de antioxidantes en frutos y productos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Avances en Investigación Agropecuaria*. 18: 51-56.
- Meléndez-Martínez, A.J., Vicario, I.M., y Heredia, F.J. (2004). Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 54: 103-109.
- Rijsberman, F.R. (2006). Water scarcity: Fact or fiction? *Agricultural Water Management*. 80: 5-22.
- Salazar-Moreno, R., Rojano-Aguilar, A., y López-Cruz, I.L. (2014). La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. *Tecnología y Ciencias del Agua*. 5: 177-183.
- SIAP. (2017). *Atlas agroalimentario*. México: Sagarpa.
- Snyder, R.G. (1992). *The tomato handbook*. Mississippi State.
- Sánchez, M.M., y Carvacho. B.L. (2011). Comparación de ecuaciones empíricas para el cálculo de la evapotranspiración de referencia en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*. 50: 171-186.
- Waliszewski, K.N., y Blasco, G. (2010). Propiedades nutraceuticas del licopeno. *Salud Pública de México*. 52: 254-265.