








# Papaya (*Carica papaya* L.) hidrosostenible en un clima cálido subhúmedo

Trujillo-García, David<sup>1</sup>; Uscanga-Mortera, Ebandro<sup>1</sup>; Trejo-López, Carlos<sup>1</sup>; Otero-Sánchez, Marco Antonio<sup>2</sup>; Ariza-Flores, Rafael<sup>3</sup>; Jaén-Contreras, David<sup>4</sup>; Becerril-Román, A. Enrique<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Programa de Botánica, Campus Montecillo, Texcoco, CP 56264, Estado de México.

<sup>2</sup> Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Av. V. Guerrero 81, 1er piso, Col. Centro, Iguala de la Independencia, 40000, Guerrero, México.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Iguala. km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala de la Independencia, Guerrero, México, C. P. 4000.

<sup>4</sup> Programa de Fruticultura, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, CP 56264, Estado de México.

\* Autor para correspondencia: becerril@colpos.mx

## Problema

El cambio climático genera el aumento de la temperatura y escasez de agua. Debido al limitado porcentaje de agua dulce disponible es importante la gestión de los recursos hídricos, principalmente en la agricultura. Por ello, las tecnologías e innovaciones en los métodos de riego se centran en la eficiencia agronómica de uso del agua en los cultivos, y así garantizar la seguridad de la producción de los alimentos. En México, de la superficie cultivada, solo el 30% cuenta con riego, la mayoría con baja tecnificación y desperdicio de agua. En general, las actividades agrícolas consumen de 70 a 80% del agua dulce disponible, considerado por los expertos, como un consumo excesivo. Sin embargo, lo anterior sugiere desconocimiento de la demanda real de cada cultivo, tan solo para producir un kilo de fruto de papaya cultivada a campo abierto puede requerir de 136-304 L de agua. En el año 2022, a nivel nacional, se obtuvo una producción de papaya (*Carica papaya* L.) de 1.2 M t con un valor de \$7,472.26 millones de pesos, destacando como principales estados productores Oaxaca, Colima y Chiapas. Actualmente es uno de los frutos de mayor exportación en México y creciente demanda debido a su valor nutricional y nutracéutico, en particular, por su contenido de compuestos bioactivos. En México, la producción de papaya registra alto consumo de agua, porque en la mayoría de casos, se utiliza el riego rodado, método poco eficiente en materia de gestión de los recursos hídricos (Figura 1).

**Cómo citar:** Trujillo-García, D., Uscanga-Mortera, E., Trejo-López, C., Otero-Sánchez, M. A., Ariza-Flores, R., Jaén-Contreras, D., & Becerril-Román, A. E. (2023). Papaya (*Carica papaya* L.) hidrosostenible en un clima cálido subhúmedo. *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.226>

**Editores académicos:** Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Ñíguez.

Publicado en línea: Octubre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 37-41.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International





**Figura 1.** Producción de papaya en el Valle de Cocula, Guerrero, México, con riego rodado (gravedad).

### Solución planteada

Ante este panorama, existen estrategias como el riego deficitario (RD) que es una alternativa con la que se mejora la gestión y eficiencia agronómica de uso del agua. Este método implica disminuir el suministro de agua en las etapas no críticas durante el desarrollo de la planta, lo cual permite producir frutos con menos agua, por lo que han sido denominados frutos hidrosostenibles, que, además, pueden tener mayor calidad nutracéutica.

Con el fin de evaluar esta estrategia, se establecieron 54 plantas de papaya del híbrido ‘MSXJ’ a  $1.5 \times 2.0$  m, en contenedores de plástico de 60 kg, utilizando arena como sustrato, bajo una casa sombra dentro de las instalaciones del vivero “Valerio Trujano” del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO), ubicado en Tepecoacuilco de Trujano, Guerrero (Figura 2B). Esta localidad tiene un clima cálido subhúmedo con temperaturas, que a lo largo del año oscilan entre los 13 y 41 °C, y de 32 a 83% HR.

Se evaluaron tres volúmenes de riego, aplicados a partir de 89 hasta 296 días después del trasplante, cuando concluyó el periodo de producción de frutos: 1) Testigo ( $1678.12 \text{ L planta}^{-1}$ ) agua máxima retenida (capacidad de campo); 2) Riego Deficitario (RDI-41) ( $679.79 \text{ L planta}^{-1}$ ), 41% de agua retenida; y, 3) RDI-34 ( $573.6 \text{ L planta}^{-1}$ ), 34% de agua retenida (estos volúmenes de agua fueron aplicados durante todo su ciclo productivo, del 5 de julio al 20 de diciembre, fecha en que concluye la evaluación). Para aplicar estos tratamientos, se utilizó un sistema de fertirriego por goteo, compuesto por un gotero autocompensante ( $8 \text{ L h}^{-1}$ ), con un distribuidor de cuatro estacas, en cada contenedor (Figura 2).

Al término del ciclo, se evaluaron las variables: Rendimiento total ( $\text{t ha}^{-1}$ ), eficiencia agronómica de uso del agua ( $\text{kg o g de fruto producidos por litro de agua aplicada al cultivo para su desarrollo}$ ), índice que mide la eficiencia de uso de agua en la producción de frutos), y, sólidos solubles totales del fruto (SST) (°Brix). Las variables de respuesta se analizaron con un diseño de bloques completamente al azar, con seis repeticiones, y prueba de comparación de medias (Tukey  $P \leq 0.05$ ), mediante el sistema de análisis RS-tudio versión 4.0.2.



**Figura 2.** Producción de papaya. A: sistema de riego con tres líneas conductoras principales, una por cada tratamiento de riego, B: distribución aleatoria de las plantas de papayo mediante tres líneas regantes, C: vista del sistema de riego de seis hileras de nueve plantas cada una.

Los resultados mostraron que el volumen de agua aplicado afectó significativamente el rendimiento; el tratamiento testigo mostro la mayor producción (equivalente a  $61 \text{ t ha}^{-1}$ ), estadísticamente igual a la producción obtenida en el tratamiento RDI-34 ( $57 \text{ t ha}^{-1}$ ), y superior a la producción del tratamiento RDI-41 ( $47 \text{ t ha}^{-1}$ ). Con relación al peso de los frutos, la tendencia y las diferencias estadísticas fueron semejantes a las observadas en caso del rendimiento, los frutos del tratamiento testigo tuvieron el mayor peso promedio de  $1.05 \text{ kg}$  (Figura 3C), superior a los frutos de los tratamientos RDI-34 ( $0.76 \text{ kg}$ ) (Figura 3C) y RDI-41 ( $0.67 \text{ kg}$ ). Con relación al número de frutos por planta, no hubo diferencia estadística entre tratamientos, siendo importante señalar que el tratamiento RDI-34 produjo el mayor número de frutos, seguido por RD-41 y el testigo (Cuadro 1, Figura 3A y 3B).

Los tratamientos RDI-34 y RDI-41 mostraron mejor aprovechamiento del agua, ya que, para producir un kilo de fruto de papaya, en el tratamiento RDI-34, se requirieron  $20 \text{ L}$  de agua, en el tratamiento RDI-41, se utilizaron  $29 \text{ L}$  y, para el tratamiento testigo un total de  $56 \text{ L}$  de agua. Por lo anterior, es necesario resaltar la mayor eficiencia agronómica de uso del agua observada en el tratamiento de riego deficitario al  $34\%$  (RDI-34), que produce más biomasa de fruto por litro de agua que RDI-41, estadísticamente superiores al testigo (capacidad de campo) que registró 2.8 veces más agua para producir un kilo de fruta de papaya (Cuadro 1). No hubo diferencias estadísticas entre tratamientos en contenido de sólidos solubles totales (SST) en frutos, pero cabe resaltar que los frutos obtenidos con el tratamiento RDI-34 tuvieron la más alta concentración de SST; además que la vida de anaquel de los frutos fue de 8 y 12 días después de la cosecha para el tratamiento testigo y RDI-34 respectivamente.



**Figura 3.** Producción hidrosostenible de papaya 'MSXJ' en un clima cálido subhúmedo: A: plantas de papaya tratamiento testigo. B: plantas del tratamiento RDI-34. C: frutos de los tratamientos en estudio (Testigo y RDI-34) cosechados en madurez fisiológica.

**Cuadro 1.** Producción y eficiencia agronómica de uso del agua de *Carica papaya* L. en diferentes niveles de riego aplicados al sustrato.

Tratamientos	Número de frutos	Peso del fruto (kg)	Rendimiento $\text{kg ha}^{-1}$	Eficiencia agronómica de uso del agua (g fruto/L $\text{H}_2\text{O}$ aplicada)
Testigo	29 a	1.05 a	61,240 a	18 c
RDI-41	35 a	0.67 b	47,240 b	35 b
RDI-34	38 a	0.76 ab	57,000 ab	50 a

<sup>1</sup>Rendimiento por  $\text{ha}^{-1}$  se determinó con base en una densidad de 2000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

De acuerdo con los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales del estudio, los frutos producidos con la estrategia de riego deficitario (RDI-34 y RDI-41), pueden ser considerados productos socialmente responsables, en razón del uso más racional del agua que se logra con dicha estrategia, en comparación con el testigo a capacidad de campo, además de no poner en riesgo el rendimiento, pues, aunque de menor tamaño, con los tratamientos de riego deficitario, se produce mayor número de frutos. Los frutos hidrosostenibles de menor tamaño obtenidos, pueden tener potencial para dos posibles

mercados: 1) “*hidroSOStainable*”, y 2) mercado de exportación, 15% de la producción total nacional, se exporta a Estados Unidos. De acuerdo con la normatividad existen dos categorías: Hawaiana y Mexicana, frutos que pesan entre 0.450 a 3.17 kg. Los frutos de menor tamaño similares a la papaya Hawaiana pueden consumirse en una sola porción, con lo que se evitarían posibles desperdicios que suceden con frutos más grandes, reduciéndose la pérdida de agua virtual. Esta alternativa de riego puede propiciar una nueva cultura para la mejor gestión del recurso agua, insumos, así como, del rendimiento y calidad sensorial-nutracéutica del fruto.

**Agradecimiento:** Se agradece el apoyo de las LGAC’S “Prevención y manejo de riesgo climático en especies frutícolas y ornamentales” “Cambio climático, estrés en plantas y mitigación” del Colegio de Postgraduados y al Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO).

### INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador				
			Sector	Ámbito							
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Numero de tesis				
Procesos		Gobierno de los Estados		Económico				Económico	Responsabilidad Ambiental	Recursos Humanos	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
		Productores independientes		Ambiental Conocimiento							
Innovación sostenible	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.	Comunidades Agrarias	Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación ( <i>I+D+i</i> )				Transferencias tecnológicas				
	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						Desarrollo de productos y servicios para la sociedad				
							Exportación incremento (%)				
							Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico				