

CALIDAD DE TOMATE CULTIVADO CON AGUA DESALADA EN SISTEMA HIDROPÓNICO

Antolinos, V (1), Sánchez-Martínez, MJ (2), Maestre-Valero, JF (3), Gallego-Elvira, B (4), Marín Membrive, P (5) López-Gómez, A (6), Martínez-Hernández, GB (7)

- ¹ Investigadora, Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería Agronómica, verantolinos@gmail.com
- ² Investigadora, Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería Agronómica, mjose.sanchez@upct.es
- ³ Profesor, Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería Agronómica, josef.maestre@upct.es
- ⁴ Profesora, Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería Agronómica, Belen.Gallego@upct.es
- ⁵ Investigadora, Centro de Investigación CIAIBMBITAL, Universidad de Almería, patriciamarin@ual.es
- ⁶ Profesor, Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería Agronómica, Antonio.Lopez@upct.es
- ⁷ Investigador, Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería Agronómica, GinesBenito.Martinez@upct.es

RESUMEN

El uso del agua marina desalinizada como una alternativa a los recursos de agua convencionales cada vez gana más interés debido al gran déficit hídrico de algunas zonas del planeta como es el caso de la cuenca mediterránea. Por ello, se estudió el efecto del riego con agua marina desalinizada, y de pozo, así como una mezcla de ambas (para reducir costes), sobre la calidad del tomate (una de las hortalizas con mayor tolerancia a la salinidad), cultivado en suelo normal o en hidroponía. El uso de agua marina desalinizada no afectó en gran medida a la calidad fisicoquímica del tomate (sólidos solubles, acidez titulable, firmeza y color). Por otra parte, el agua marina desalinizada aumentó la capacidad antioxidante total del tomate mientras que otros compuestos como la vitamina C no se vieron altamente afectados. En conclusión, el uso de agua marina desalinizada no compromete la calidad del tomate siendo incluso incrementadas las propiedades antioxidantes de esta hortaliza de alto valor económico.

INTRODUCCIÓN

El tomate es una planta con alta tolerancia a la salinidad y es considerada entre las hortalizas de invernadero más importantes del mediterráneo con un alto valor económico. El sureste español es una de las zonas con mayor déficit de agua en la Unión Europea con un déficit estructural de agua de 429 hm³ al año y se prevé que este problema se agrave llegando en algunas zonas a reducciones de hasta el 40% de sus recursos de agua. Para ello, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático ha propuesto la desalinización del agua marina como una opción con un excelente potencial.

El efecto del contenido de los nutrientes del agua de riego sobre la calidad del tomate ha sido ampliamente estudiado. Así, el riego de tomates con aguas de alta salinidad (alta conductividad eléctrica, altos contenidos de K, etc.) incrementa la calidad del fruto (firmeza, color, azúcares, ácidos orgánicos, vitamina C, carotenos, etc.). Sin embargo, no existen estudios sobre los efectos del riego con agua marina desalinizada sobre la calidad del fruto. Además, el cultivo de tomates en suelo hidropónico ha mostrado ser positivo también sobre la calidad del fruto, pero el estudio del efecto combinado con agua marina desalinizada tampoco ha sido estudiado.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue estudiar los efectos del tipo de agua de riego (agua marina desalinizada, pozo, o una mezcla de ambas) y del tipo de suelo (normal o hidropónico) sobre la calidad del tomate fisicoquímica, microbiológica, sensorial y nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los tomates usados en este estudio fueron de la variedad Ramyle. El cultivo se hizo en una finca experimental (Universidad de Almería-Anecoop) en El Toyo (Almería) sobre dos tipos de suelo (normal o hidropónico).

CONDICIONES CULTIVO

El cultivo se hizo con 2 tipos de suelo: Suelo normal (S) y Hidropónico (H)

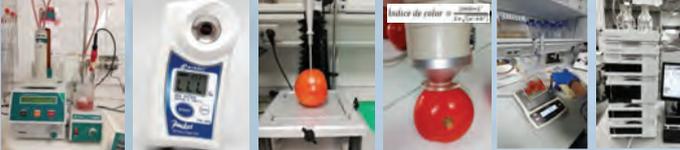
El riego se realizó con 3 tipos de agua:

Agua marina desalinizada (T1)	Agua mezcla desalinizada-pozo (T2)	Agua de pozo (T3)
2,2 dS/m	2,5 dS/m	3,5 dS/m
Cl ⁻ : 3,66 Na ⁺ 3,48	Cl ⁻ : 5,31 Na ⁺ 5,13	Cl ⁻ : 7,77 Na ⁺ 7,59
NO ₃ ⁻ : 10,5 Mg ²⁺ 1,00	NO ₃ ⁻ : 10,5 Mg ²⁺ 1,58	NO ₃ ⁻ : 10,5 Mg ²⁺ 3,68
SO ₄ ²⁻ : 1,25 K ⁺ 7,00	SO ₄ ²⁻ : 1,46 K ⁺ 7,00	SO ₄ ²⁻ : 3,56 K ⁺ 7,00
HPO ₄ ²⁻ : 1,50 Ca ²⁺ 3,75	HPO ₄ ²⁻ : 1,50 Ca ²⁺ 3,75	HPO ₄ ²⁻ : 1,50 Ca ²⁺ 7,34
NH ₄ ⁺ : 0,50	NH ₄ ⁺ : 0,50	NH ₄ ⁺ : 0,50



DETERMINACIONES CALIDAD FRUTO

Acidez titulable, Sólidos solubles, Firmeza, Color, Microbiología, Nutricionales



RESULTADOS

El contenido de sólidos solubles del tomate cultivado en condiciones de hidroponía y riego con agua de pozo (T3) mostró los valores más altos (≈5 °Brix) aunque tales diferencias (<0,5 °Brix) con el agua marina desalinizada (T1) (Figura 1A) no se apreciaron sensorialmente. De manera similar, aunque las muestras T3 mostraron una mayor acidez titulable que las muestras T1, el consumidor no apreciaría tales diferencias (<0,06%) (Figura 1B). Sin embargo, la interacción tipo de suelo x tipo de riego no fue significativa (p>0,05) ni para los sólidos solubles ni para la acidez titulable.

Los tomates cultivados en condiciones de hidroponía tuvieron una firmeza 1,1-1,3 veces mayor (p<0,001) que las condiciones convencionales del suelo, mostrando las muestras T3 en hidroponía el valor más alto (29 N) (Figura 1C). En cuanto al color, el tomate T1 en suelo hidropónico mostró el color rojo más intenso (Figura 1D), lo cual se correlacionó con los mayores contenidos de licopeno (27,1 mg/kg) y de β-caroteno (25,9 mg/kg) de estas muestras (Tabla 2).

Las muestras registraron unas cargas microbianas superficiales para mesófilos, psicrófilos, enterobacterias, mohos y levaduras de 2,7-3,6, 1,0-2,6, 1,1-2,8, 2,3-3,4 y 1,1-2,2 log UFC (unidades formadoras de colonias)/cm², respectivamente. La interacción no fue significativa (p>0,05) para ningún grupo microbiano, ni tampoco los factores individuales para psicrófilos ni mohos. Aun así, las diferencias significativas observables debido al tipo de riego fueron bajas siendo posiblemente debidas a la contaminación cruzada durante la recolección.

El riego con T3 indujo los mayores contenidos de vitamina C. Aunque las muestras T1 mostraron menores niveles de vitamina C, estos reducciones fueron inferiores al 14%.

La capacidad antioxidante total de todas las muestras estuvo altamente correlacionada (R²=0,80) con el contenido total de compuestos fenólicos. Las muestras de tomate de T1 mostraron los niveles más altos de capacidad antioxidante total con valores de 1,637 μmol/kg.

Figura 1. Sólidos solubles totales (A), acidez titulable (B), Firmeza (C) y color (D) de tomate (cv. Ramyle) cultivado en dos tipos de suelos (suelo normal (S); hidropónico (H)) y tres tipos de riego (agua marina desalinizada (T1); agua mezcla desalinizada-pozo (T2); y agua de pozo (T3) (n=3±desviación estándar). Las barras representan la diferencia mínima significativa (LSD) para los factores tipo de suelo (A) y tipo de riego (B), así como su interacción. ns, *, † y ‡ denotan significancia para P ≤ "no significancia", 0,05, 0,01 y 0,001, respectivamente.

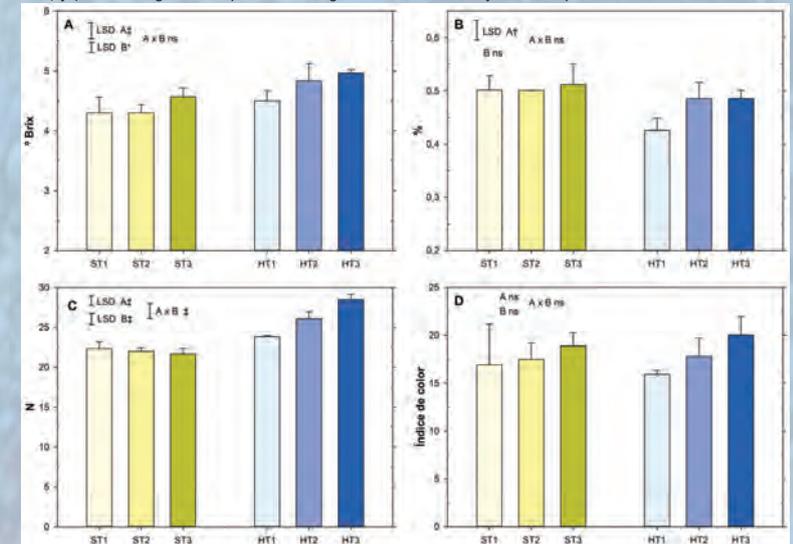


Tabla 1. Recuentos microbiológicos (log CFU/cm²) de tomate (cv. Ramyle) cultivado en dos tipos de suelos (suelo normal (S); hidropónico (H)) y tres tipos de riego (agua marina desalinizada (T1); agua mezcla desalinizada-pozo (T2); y agua de pozo (T3) (n=3±desviación estándar). Los valores entre paréntesis representan la diferencia mínima significativa (LSD) para los factores tipo de suelo (A) y tipo de riego (B), así como su interacción.

	Mesófilos	Psicrófilos	Enterobacterias	Mohos	Levaduras
ST1	3,07±0,31	1,72±0,38	1,67±0,24	2,33±0,30	1,49±0,18
ST2	3,01±0,08	0,95±0,10	1,10±0,16	2,64±0,34	1,45±0,50
ST3	3,61±0,42	2,58±0,78	3,24±0,32	2,82±0,48	1,05±0,21
HT1	2,70±0,14	2,04±1,35	2,11±0,82	2,82±0,67	1,13±0,27
HT2	2,90±0,47	1,59±0,74	2,31±0,86	3,35±0,41	2,20±0,64
HT3	3,16±0,13	1,83±0,75	2,84±0,42	2,32±0,25	1,35±0,35
Tipo de suelo (A)	(0,31)*	ns	ns	ns	ns
Tipo de riego (B)	(0,37)*	ns	(0,96)†	ns	(0,49)*
AxB	ns	ns	ns	ns	ns

Tabla 2. Contenido de licopeno y β-caroteno (mg/kg peso fresco (pf)), vitamina C (mg/kg pf), compuestos fenólicos totales (mg/kg pf) y capacidad antioxidante total (CAT; μmol/kg pf) de tomate (cv. Ramyle) cultivado en dos tipos de suelos (suelo normal (S); hidropónico (H)) y tres tipos de riego (agua marina desalinizada (T1); agua mezcla desalinizada-pozo (T2); y agua de pozo (T3) (n=3±desviación estándar). Los valores entre paréntesis representan la diferencia mínima significativa (LSD) para los factores tipo de suelo (A) y tipo de riego (B), así como su interacción.

	Licopeno	β-caroteno	Vitamina C	Fenólicos	CAT
ST1	21,2±3,1	20,2±2,9	50,1±2,1	241,3±7,1	1525,6±157,0
ST2	22,9±4,4	21,9±3,3	49,1±6,0	238,0±10,4	1349,4±68,0
ST3	18,4±4,8	17,6±4,9	57,9±5,1	228,5±24,7	1455,9±89,2
HT1	25,6±2,3	24,5±3,1	49,6±4,1	264,3±22,2	1345,0±138,7
HT2	26,2±1,4	25,1±1,3	50,3±5,6	230,6±19,5	1393,8±96,3
HT3	27,1±4,1	25,9±3,8	55,8±2,9	274,1±4,3	1523,4±52,5
Tipo de suelo (A)	(5,1)†	(4,9)†	ns	(17,1)*	ns
Tipo de riego (B)	ns	ns	(5,7)*	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns

CONCLUSIONES

El uso de agua marina desalinizada no compromete la aceptación del consumidor de los tomates debido a las bajas diferencias de calidad (no apreciables). Por otra parte, el riego con agua marina desalinizada permite incrementar las propiedades beneficiosas para la salud del tomate al mostrar una mayor capacidad antioxidante, mientras que otros compuestos como la vitamina C no se ven altamente afectados. Además, la combinación del agua marina desalinizada con el agua de pozo (menor costo) tampoco compromete la calidad del tomate lo que podría inducir ahorros económicos notables.

AGRADECIMIENTOS: Este estudio fue financiado a través del Programa Europeo LIFE Program de la Unión Europea por el proyecto DESEACROP (LIFE16-ENV-ES-000341).