



CONSUMO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA Y LOS FERTILIZANTES EN CULTIVOS DE INVERNADERO CON REGADOS CON MEZCLAS DE AGUA DESALADA

Juan Reca, Patricia Marín, Juan Martínez, Diego L. Valera, A. Araceli Peña

CIAIMBITAL-Universidad de Almería.
Ctra. Sacramento S.N. La Cañada de S. Urbano. 04120. Almería
jreca@ual.es

RESUMEN

En este trabajo se ha realizado un estudio experimental para evaluar la productividad del agua y de los fertilizantes en un cultivo de invernadero regado con diferentes mezclas de agua desalada y convencional y bajo dos sistemas de cultivo habituales en los invernaderos de Almería: en suelo y en sustrato. Se ha determinado experimentalmente la productividad total y comercial del agua de riego (expresada en kg de fruto/m³ de agua) y la productividad total y comercial de los fertilizantes (expresada como kg de fruto/kg totales de fertilizante).

Los resultados han demostrado que el cultivo en sustrato tuvo una productividad del agua significativamente inferior que el cultivo en suelo, debido fundamentalmente a su mayor consumo de agua. Se concluye que en este tipo de sistemas es necesario promover los sistemas cerrados con reutilización del agua y los nutrientes.

La calidad del agua de riego tuvo una influencia significativa sobre la productividad de los fertilizantes. El tratamiento con agua desalada pura tuvo una productividad de los fertilizantes menor, por lo que se recomienda el uso conjunto de agua desalada y el agua convencional.

Palabras clave

Agua desalada, Riego, Invernadero, Hidropónico, Eficiencia, Agua, Fertilizantes

1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Almería presenta la mayor concentración de invernaderos de Europa con 32827 hectáreas [1]. La agricultura intensiva de invernadero se ha convertido en un importante motor de desarrollo socioeconómico y demográfico de la provincia de Almería [2]. No obstante, la escasez de agua y su elevada salinidad es el principal problema al que se enfrentan los cultivos de invernadero y la mayor amenaza para la sostenibilidad del sistema [3]. El aumento de las extracciones de agua de los acuíferos para el riego, junto con los retornos de riego, han producido en las últimas décadas un acelerado proceso de salinización de dichos acuíferos [4], que ha estado afectando muy negativamente al rendimiento de los cultivos, como ciertos estudios han puesto de manifiesto [3].

El uso de agua desalada se ha convertido en la solución más racional para incrementar la cantidad y calidad del agua de riego con objeto de asegurar la producción y calidad de los

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

cultivos. No es de extrañar, que el sureste de España concentre la mayor cantidad de desaladoras de agua del mar con un 74% de la capacidad de desalación total de España ($1.670.000 \text{ m}^3 \cdot \text{día}^{-1}$) y que el 54% está destinado a usos agrícolas [5], [6].

Diversos estudios realizados en la zona han puesto de manifiesto que el rendimiento de cultivos regados con aguas salobres procedentes de acuíferos salinizados puede mejorarse con la aportación de agua de mar desalada, especialmente en aquellos cultivos sensibles a la salinidad [3], [7]. También está suficientemente documentado que la disminución de la salinidad del agua de riego como consecuencia de la aportación de agua desalada puede suponer una sustancial mejora de la calidad del producto ([8]–[10]). Pero, además, el mayor uso de agua desalada puede contribuir decisivamente a la recuperación de los acuíferos sobreexplotados, no solamente debido a la reducción de las extracciones de agua del acuífero, sino también a la disminución de los retornos de riego y a su menor contenido salino.

No obstante, para alcanzar estos objetivos de aumento de la rentabilidad de las explotaciones y recuperación ambiental de los sistemas acuíferos es necesario además realizar un manejo eficiente del riego con mezcla de aguas desaladas y convencionales. Algunos investigadores han propuesto el desarrollo de modelos de optimización del manejo óptimo del riego y la fertirrigación con aguas de diferente calidad y procedencia [11], [12]. Pero, además, es conveniente realizar estudios experimentales que evalúen la productividad del agua y los fertilizantes en estas condiciones. A partir de dichos estudios, se pueden realizar recomendaciones sobre las mezclas de agua, tipo de sistema de cultivo y estrategias de manejo del riego que permitan minimizar su impacto ambiental y calibrar los modelos de manejo del riego desarrollados.

Como consecuencia, el objetivo principal del trabajo es analizar experimentalmente el efecto de 3 niveles diferentes de mezcla de agua desalada y convencional y de dos tipos de sistemas de cultivo habituales en los invernaderos de Almería (suelo y sustrato) sobre el consumo y la productividad del agua y los fertilizantes.

2. METODOLOGÍA

2.1 DISPOSITIVO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los ensayos se han realizado en un invernadero situado en la finca experimental "Catedrático Eduardo Fernández", perteneciente a la Fundación UAL-ANECOOP, situada en el término municipal de Almería ($2^\circ 17' \text{ L.O.}$ y $36^\circ 51' \text{ L.N.}$), y con una altura de 90 msnm.

El invernadero experimental es el módulo denominado U8 (Figura 1). Se trata de un invernadero de cubierta ligera de plástico, tipo "Almería", y está orientado en la dirección E-O y tiene una superficie de 1935 m^2 . Consta de 5 rasas con 8 m de separación, una altura en la rassa de 4.7 m (tubo + bloque) y 3.4 m en la banda. El invernadero cuenta con ventanas cenitales (en las tres rasas), con una superficie de ventilación del 4% y de ventanas laterales a lo largo del perímetro con una superficie total de ventilación del 12,9%. El material de cubierta es un plástico térmico, de color blanco, tricapa con 800 galgas de espesor y 3 años de duración.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes



Figura 1. Izquierda: Distribución en planta de la Fundación Finca Experimental UAL-ANECOOP. Derecha: Fotografía del invernadero U8.

En el ensayo experimental se han analizado dos factores, la calidad del agua de riego, con tres niveles de mezcla diferentes: el tratamiento T0 corresponde al tratamiento control consistente en un 100% de agua desalada procedente de la Planta Desaladora de Carboneras, con una conductividad eléctrica (CE) de 0.5 dS/m, mientras que los otros 2 tratamientos se corresponden a dos proporciones diferentes de mezcla con un diferente nivel de salinidad: una CE de 1,5 y 3 dS/m, para los tratamientos T1 y T2, respectivamente,). El segundo factor es el sistema de cultivo, en el que se analizan los dos sistemas de cultivo habituales en los invernaderos de Almería: cultivo en suelo y en sustrato (también denominado comúnmente hidropónico). Se trata, por tanto, de 6 tratamientos diferentes con 3 repeticiones por tratamiento, resultando un total de 18 unidades experimentales distribuidas al azar en el invernadero (Figura 2).

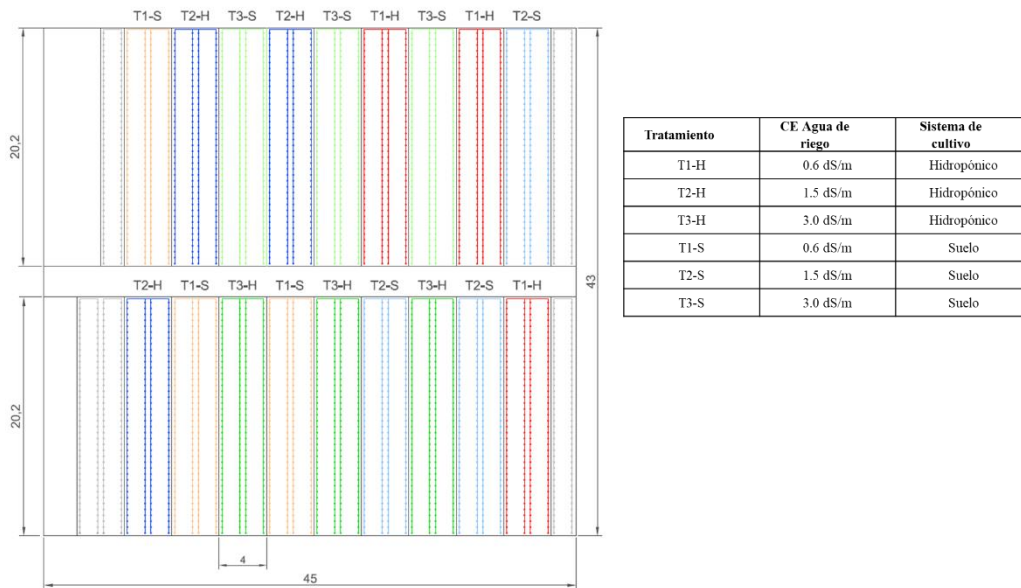


Figura 2. Diseño experimental

La superficie real de cultivo es de 1454.4 m², por lo que cada parcela de experimentación tiene una superficie de 78 m² y cada tratamiento 234 m². Tanto en cultivo en suelo como en hidropónico, cada parcela consta de 4 líneas de cultivo, distribuidas de tal forma queden 2 pasillos separados 1.5 m entre sí, las líneas pareadas quedan a 0.5 m y la distancia entre plantas es de 0.5 m, correspondiendo a una planta por cada gotero en ambos casos. El marco de plantación es de 1.5 × 0.5 × 0.5 m y la densidad de plantación de 2 plantas por metro

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

cuadrado. En cada línea tenemos 39 plantas y en cada parcela 156 plantas. Para cada tratamiento quedan 468 plantas y 2808 plantas en total.

Los sacos para el cultivo en hidropónico son de fibra de coco en una proporción 70 % coco – 30 % chip. Colocados sobre un corcho para mantener lo más recto posible el saco y evitar así el encharcamiento en algunas zonas. Y el cultivo en suelo es en enarenado tradicional.

En función de las características del agua de origen empleada, y con objeto de conseguir la solución ideal de Sonneveld y Straver [13], se calcula el aporte de fertilizantes como propone Urrestarazu, M.[14], quedando la composición final de la solución nutritiva para cada tratamiento como se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2. Composición del agua teórica de cada tratamiento en los tres ciclos.

Tratamiento (Ciclo)	CE dS·m ⁻¹	mmol L ⁻¹					mmol L ⁻¹				
		NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺
1 (C1)	2.2	12.01	1.25	2.00	0.83	3.66	7.46	3.75	1.00	3.48	0.50
2 (C1)	2.5	12.01	2.65	2.00	3.64	5.31	7.46	6.56	2.40	5.13	0.50
3 (C1)	3.5	13.51	3.56	2.40	7.85	7.77	10.49	7.34	3.68	7.59	0.50
1 (C2 y C3)	2.2	12.00	1.31	1.51	0.75	4.48	7.12	3.92	1.08	4.39	0.50
2 (C2 y C3)	2.5	9.50	1.47	1.51	3.55	7.28	7.62	4.17	1.54	5.91	0.00
3 (C2 y C3)	3.5	4.50	3.58	2.01	7.75	11.48	4.62	7.37	3.65	8.18	0.00

2.2 PROGRAMACIÓN DE RIEGO Y MATERIAL VEGETAL

La programación de riego se realiza de la manera habitual en este tipo de sistemas. Se ha aplicado una programación de riego basada en dosis fijas e intervalos de riego variables. Para el cultivo en suelo, el momento de riego se decide mediante un tensiómetro (para una tensión de unos 20-30 kPa) y se aplican riegos fijos con un tiempo de 15 minutos/riego. En el cultivo en sustrato, el objetivo es conseguir una fracción de lavado (FL) objetivo (aproximadamente del 20%), lo que se conseguía mediante riegos de 5 minutos de duración y un número de riego variable hasta conseguir dicha FL. Además, se controlaba también la CE del agua de drenaje, estableciendo el límite de que ésta no supere a la de entrada en 1dS/m.

El cultivo empleado en el ensayo ha sido tomate cultivado como ciclo corto, desde septiembre hasta marzo durante tres años consecutivos. El material vegetal empleado ha sido Ramyle RZ F1 (74-207), de la empresa Rijk Zwaan Ibérica S.A. Es un tomate tipo canario, rojo, para recolección en ramo o suelto. La planta es vigorosa con buena cobertura foliar y los frutos de calibre M-MM. Los ramos son uniformes con frutos con buena firmeza, y larga vida comercial.

2.3 MEDIDAS EXPERIMENTALES Y ANALISIS ESTADÍSTICO

En el ensayo se midió el volumen de riego aplicado mediante los tiempos de riego proporcionados por el controlador y el caudal y número de emisores por m². La calidad del agua de riego se controló en los depósitos de los que se abastecían los diferentes tratamientos.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

Periódicamente, se monitorizó la CE de la solución nutritiva aplicada a cada uno de los tratamientos tras la aplicación de la fertirrigación.

Se midió la producción total para las distintas parcelas experimentales cada vez que se recolectó. Se usó una balanza electrónica EKS Premium (E.K.S. Spain, S.A., España), de sensibilidad 10 g y capacidad máxima de 40 kg. La producción no comercial se estimó contabilizando los frutos que no cumplieran los estándares de calidad comercial en cada una de las unidades experimentales.

La cantidad de fertilizantes aplicada se estimó a partir de las concentraciones de fertilizantes en la solución nutritiva (la cual se obtuvo a partir de su concentración en el agua de origen más la concentración de fertilizantes aportadas mediante fertirrigación) y del volumen de solución aplicado a cada tratamiento mediante riego.

Con los valores de consumo de agua y nutrientes se calcularon los valores de productividad total (PA_T) y comercial (PA_C) del agua y productividad total (PF_T) y comercial (PF_C) de los fertilizantes. Dichos parámetros se han calculado tomando como referencia el rendimiento productivo total (R_T) y comercial (R_C) del cultivo, mediante las siguientes ecuaciones:

$$PA_T = \frac{R_T(kg/m^2)}{V_R(m^3/m^2)}; PA_C = \frac{R_C(kg/m^2)}{V_R(m^3/m^2)} \quad (1)$$

$$PF_T = \frac{R_T(kg/m^2)}{C_F(kg/m^2)}; PF_C = \frac{R_C(kg/m^2)}{C_F(kg/m^2)} \quad (2)$$

Donde: V_R es el consumo de agua por unidad de superficie y C_F es la cantidad de fertilizantes aplicados por unidad de superficie.

Para analizar la relación entre productividades del agua y los fertilizantes con los dos factores considerados, se ha realizado un análisis de varianza multifactorial mediante el paquete estadístico Statgraphics Centurion© [15].

3. RESULTADOS

El consumo de agua fue considerablemente mayor en los sistemas de cultivo en sustrato que en los sistemas de cultivo en suelo. Esto se debe a la mayor fracción de lavado que se aplica para mantener el nivel óptimo de sales en la solución del sustrato. El consumo medio de agua en los tratamientos en sustrato fue de 285, 270 y 324 mm, respectivamente para los 3 ciclos de cultivos, mientras que los consumos en suelo fueron 216, 180, y 239 mm, respectivamente. lo que supone un incremento de consumo medio durante los tres ciclos del 38% superior en sustrato que en suelo. El consumo de agua de riego aumentó ligeramente con salinidad del agua, aunque dichos aumentos no fueron significativos, especialmente en suelo.

Los resultados del análisis de la varianza indican que el sistema de cultivo tuvo una influencia significativa en la productividad total del agua de riego con un 95% de nivel de confianza, en los dos primeros ciclos de cultivo (P-valores inferiores a 0.05) y en la productividad comercial del agua en el primer ciclo. En el tercer ciclo, las diferencias de productividad fueron menores y no resultaron significativas en ningún caso. En relación con el nivel de salinidad del agua de riego, no se observó una influencia significativa en ninguno de los tres ciclos de cultivo.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

La Tabla 4 muestra las medias de la productividad comercial y total del agua de riego para los diferentes tratamientos. Éstas fueron ligeramente mayores para el tratamiento testigo con agua desalada (T1) que para los tratamientos con mayores niveles de salinidad (T2 y T3), debido a su ligeramente mayor producción y menor consumo de agua. No obstante, no se observaron diferencias significativas excepto en el segundo ciclo de cultivo y sólo para el caso de la productividad total.

El cultivo en suelo proporcionó mayor productividad, tanto total como comercial, que el cultivo en sustrato, y estas diferencias sí fueron significativas excepto para el tercer ciclo de cultivo. Esta diferencia se debe a que, aunque las producciones fueron ligeramente mayores en el cultivo en sustrato, el cultivo en suelo requirió un considerablemente menor consumo de agua respecto al cultivo en sustrato. Como se ha comentado, esto es debido a las elevadas fracciones de lavado utilizadas en cultivo en sustrato. Para aumentar la productividad del agua en cultivo en sustrato, parece recomendable fomentar la reutilización de los drenajes, con objeto de recuperar parte del agua y de los nutrientes, lo que permite poner en práctica los principios de la economía circular y reducir, al mismo tiempo, el impacto ambiental del riego en cultivos hidropónicos.

Tabla 4. Tabla de medias por mínimos cuadrados para los valores de Productividad Comercial (kg/m^2) y Producción Total (kg/m^2) durante los tres ciclos estudiados.

	CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3	
	PA_C (kg/m^3)	PA_T (kg/m^3)	PA_C (kg/m^3)	PA_T (kg/m^3)	PA_C (kg/m^3)	PA_T (kg/m^3)
SALINIDAD						
T1	19,96 a	21.13 a	17,08 a	24,57 b	12,30 a	17,88 a
T2	18.56 a	19.68 a	16.76 a	23,68 ba	13,63 a	19,26 a
T3	18,47 a	19.47 a	13.91 a	21.68 a	11,72 a	18,23 a
SISTEMA DE CULTIVO						
H	16.74 a	18.04 a	14.38 a	21.27 a	11,97 a	17,70 a
S	21.26 b	22.15 b	17.45 a	25.35 b	13,13 a	19,22 a

Para analizar el efecto de la salinidad del agua y del sistema de cultivo sobre el consumo y productividad (tanto total como comercial) de los fertilizantes se realizó un análisis de varianza multifactorial. Los resultados de dicho análisis de varianza muestran que la salinidad del agua de riego fue un factor que tuvo una influencia significativa (al 95% de nivel de confianza) en todos los ciclos de cultivo. El tipo de sistema (suelo – sustrato) sólo tuvo una influencia significativa en el primer ciclo de cultivo, aunque en líneas generales, la productividad fue siempre ligeramente mayor en el cultivo en suelo.

La Tabla 5 muestra los valores medios de la productividad comercial y total de los fertilizantes para los diferentes tratamientos. Como se observa, la productividad de los fertilizantes, tanto total como comercial, aumentó conforme aumenta el nivel de salinidad del tratamiento. Esto se debe a que fue necesario aplicar una menor cantidad de fertilizantes en los tratamientos con mayor salinidad. Esto supone un importante ahorro de fertilizantes y un mejor aprovechamiento de los nutrientes existentes en el agua de riego. Por este motivo, parece recomendable proponer un uso conjunto del agua desalada y el agua de pozo, en las proporciones adecuadas para incrementar la eficiencia del uso de los fertilizantes.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

Tabla 5. Tabla de medias por mínimos cuadrados de la Productividad Comercial y Total de los fertilizantes durante los tres ciclos estudiados.

	CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3	
	PF_C (kg/m ³)	PF_T (kg/m ³)	PF_C (kg/m ³)	PF_T (kg/m ³)	PF_C (kg/m ³)	PF_T (kg/m ³)
SALINIDAD						
T1	7,70 a	8.15 a	5.16 a	7,41 a	4,93 a	7,15 a
T2	12,18 b	12.91 b	7.32 a	10,27 b	8,82 b	12,37 b
T3	13,14 b	13.86 c	10.05 b	15,11 c	8,18 b	12,25 b
SISTEMA DE CULTIVO						
H	9,58 a	10.31 a	7,11 a	10,15 a	7,14 a	10,25 a
S	12,43 b	12.98 b	7.92 a	11,70 a	7,47 a	10,94 a

El consumo de fertilizantes fue siempre mayor en sustrato que en suelo, debido a la mayor pérdida de fertilizantes por drenaje. No obstante, aunque la productividad de los fertilizantes fue siempre superior en los cultivos en suelo, esta diferencia no resultó significativa, excepto en el primer ciclo de cultivo.

4. CONCLUSIONES

Se ha realizado un ensayo experimental que ha analizado el efecto de diferentes mezclas de agua desalada y agua convencional y del tipo de sistema de cultivo, suelo y sustrato, sobre el consumo y la productividad del agua y los fertilizantes.

El cultivo en sustrato consumió más agua y disminuyó significativamente la productividad de agua. La reutilización del drenaje en cultivos en sustrato puede ser una solución ideal para reducir el consumo de agua y nutrientes y mejorar dicha productividad.

Los tratamientos con mayor salinidad aumentaron ligeramente el consumo de agua, pero disminuyeron significativamente el consumo de fertilizantes. Por este motivo, la productividad de los fertilizantes aumentó en los tratamientos con mayor salinidad. Esto indica que el uso conjunto de aguas desaladas y convencionales en proporción adecuada puede resultar conveniente para aumentar la productividad de los fertilizantes.

Los resultados experimentales obtenidos en este trabajo son de gran utilidad para calibrar los modelos de optimización del manejo conjunto de aguas desaladas y convencionales, lo que va a permitir asesorar al agricultor sobre las decisiones de mezcla de aguas que maximicen sus beneficios económicos y reduzcan el impacto ambiental del riego.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta comunicación agradecen la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación a través del proyecto “OPTIMIZACION DEL FERTIRRIEGO EN CULTIVOS HIDROPONICOS CON MEZCLA DE AGUA DESALINIZADA Y AGUAS CONVENCIONALES, Y CON REUTILIZACION CONTROLADA DEL AGUA Y LOS NUTRIENTES” (PID2020-118492RB-C21).

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

REFERENCIAS

- [1] Cajamar, «Análisis de la campaña hortofrutícola. Campaña 2021/2022», Cajamar, Almería. [En línea]. Disponible en: <https://publicacionescajamar.es>
- [2] D. Valera, L. Belmonte, F. Molina-Aiz, y A. López, *Greenhouse Agriculture in Almeria. A comprehensive techno-economic analysis*. 2016.
- [3] J. A. Sánchez, J. Reca, y J. Martínez, «Water productivity in a mediterranean semi-arid greenhouse district», *Water Resour. Manag.*, vol. 29, n.º 14, pp. 5395-5411, 2015, doi: 10.1007/s11269-015-1125-5.
- [4] J. A. Sánchez, J. Reca, y J. Martínez, «Irrigation Water Management in a Mediterranean Greenhouse District: Irrigation Adequacy Assessment», *Irrig. Drain.*, vol. 64, n.º 3, pp. 299-313, 2015, doi: 10.1002/ird.1908.
- [5] J. A. Aznar-Sánchez, L. J. Belmonte-Ureña, y D. L. Valera, «Perceptions and Acceptance of Desalinated Seawater for Irrigation: A Case Study in the Níjar District (Southeast Spain)», *Water*, vol. 9, n.º 6, 2017, doi: 10.3390/w9060408.
- [6] M. A. García-Rubio y J. Guardiola, «Desalination in Spain: A Growing Alternative for Water Supply», *Int. J. Water Resour. Dev.*, vol. 28, n.º 1, pp. 171-186, mar. 2012, doi: 10.1080/07900627.2012.642245.
- [7] T. J. Flowers, R. Ragab, N. Malash, G. A. Gawad, J. Cuartero, y A. Arslan, «Sustainable strategies for irrigation in salt-prone Mediterranean: SALTMED», *Spec. Issue Adv. Integr. Manag. Fresh Saline Water Sustain. Crop Prod. Model. Pract. Solut.*, vol. 78, n.º 1, pp. 3-14, sep. 2005, doi: 10.1016/j.agwat.2005.04.014.
- [8] V. Antolinos, M. J. Sánchez-Martínez, J. F. Maestre-Valero, A. López-Gómez, y G. B. Martínez-Hernández, «Effects of Irrigation with Desalinated Seawater and Hydroponic System on Tomato Quality», *Water*, vol. 12, n.º 2, 2020, doi: 10.3390/w12020518.
- [9] M. E. Balibrea, E. Cayuela, F. Artés, y F. Pérez-Alfocea, «Salinity effects on some postharvest quality factors in a commercial tomato hybrid», *J. Hortic. Sci.*, vol. 72, n.º 6, pp. 885-892, ene. 1997, doi: 10.1080/14620316.1997.11515580.
- [10] Marín-Membrive, P., Reca, J., Martínez, J., Valera, D.L., y Peña, A.A., «Efecto de la mezcla de agua desalada y el sistema de cultivo en la producción y calidad de un cultivo de tomate bajo invernadero», presentado en XVII Congreso Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento, Saneamiento y Riego. (SEREA23), Córdoba, jul. 2023.
- [11] J. Reca, C. Trillo, J. A. Sánchez, J. Martínez, y D. Valera, «Optimization model for on-farm irrigation management of Mediterranean greenhouse crops using desalinated and saline water from different sources», *Agric. Syst.*, vol. 166, pp. 173-183, oct. 2018, doi: 10.1016/j.agsy.2018.02.004.
- [12] B. Gallego-Elvira, J. Reca, B. Martín-Gorriz, J. F. Maestre-Valero, y V. Martínez-Alvarez, «Irriblend-DSW: A decision support tool for the optimal blending of desalinated and conventional irrigation waters in dry regions», *Agric. Water Manag.*, vol. 255, 2021, doi: 10.1016/j.agwat.2021.107012.
- [13] C. Sonneveld y N. A. Straver, «Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates», 1988.
- [14] M. Urrestarazu, *Tratado de cultivo sin suelo*. 2004. doi: 10.13140/RG.2.1.4853.2645.
- [15] Statgraphics Technologies, Inc., *Statgraphics® Centurion 19. User Manual*. USA, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.statgraphics.com/>