Recibido, 17/05/2025 Aceptado, 20/06/2025 DOI: 10.25127/agrops.20252.1083 Artículo original

Efecto de dos tipos de riego en la productividad de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) en el cantón Sucre, Manabí, Ecuador.

Effect of Two Irrigation Methods on the Productivity of Red Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*) in Sucre Canton, Manabí, Ecuador.

José Noel Condori-Cahuapaza[1], Belén Beatriz Pico-García[2], Marlon Fernando Monge-Freile[3*] Marjorie Madelein Moreira Zambrano[4]

RESUMEN

La eficiencia del sistema de riego influye significativamente en el desarrollo vegetativo y la productividad de los cultivos. En este estudio, se evaluó el efecto de dos tipos de riego (por goteo y por superficie) sobre el desempeño agronómico y productivo de *Hylocereus undatus* (pitahaya roja) en condiciones de campo en la parroquia San Clemente, cantón Sucre, Ecuador. Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2×2, que consideró cuatro tratamientos: T1 (riego por goteo cada cuatro días), T2 (riego por goteo cada ocho días), T3 (riego por superficie cada cuatro días) y T4 (riego por superficie cada ocho días), con cuatro repeticiones por tratamiento. Se evaluaron variables de comportamiento agronómico (altura de planta y número de pencas), parámetros productivos (peso de fruto, número de frutos por planta y rendimiento), así como la eficiencia hídrica. Los resultados revelaron que el tratamiento T1 presentó el mejor desempeño agronómico y productivo, con plantas que alcanzaron una altura promedio de 2,00 m, diámetro de tallo de 10,00 cm y un promedio de 50 pencas. Asimismo, T1 registró el mayor rendimiento, con 35.625 kg/ha, superando significativamente a los tratamientos bajo riego por superficie (T3 y T4), que presentaron los menores valores en la mayoría de las variables evaluadas. Concluyendo que el riego por goteo con una frecuencia de cuatro días optimizó el crecimiento vegetativo, la productividad y el uso eficiente del agua en el cultivo de pitahaya roja, representando una alternativa técnica viable para zonas áridas o con limitaciones hídricas.

Palabras clave: Desarrollo agronómico, eficiencia hídrica, fruta del dragón, parámetros productivos, sistemas de riego.

ABSTRACT

Irrigation system efficiency significantly influences vegetative development and crop productivity. In this study, the effect of two types of irrigation (drip and surface) on the agronomic and productive performance of *Hylocereus undatus* (red pitahaya) was evaluated under field conditions in San Clemente parish, Sucre canton, Ecuador. A completely randomized design with 2×2 factorial arrangement was used, which considered four treatments: T1 (drip irrigation every four days), T2 (drip irrigation every eight days), T3 (surface irrigation every four days) and T4 (surface irrigation every eight days), with four replications per treatment. Agronomic performance variables (plant height and number of stalks), productive parameters (fruit weight, number of fruits per plant and yield), as well as water efficiency were evaluated. The results revealed that treatment T1 presented the best agronomic and productive performance, with plants reaching an average height of 2.00 m, stem diameter of 10.00 cm and an average of 50 stalks. Likewise, T1 registered the highest yield, with 35,625 kg/ha, significantly exceeding the treatments under surface irrigation (T3 and T4), which presented the lowest values in most of the evaluated variables. It was concluded that drip irrigation with a frequency of four days optimized vegetative growth, productivity and efficient water use in the pitaha crop.

Keywords: Agronomic development, water efficiency, dragon fruit, production parameters, irrigation.

[1]Investigador independiente, Cotabambas, Apurimac, Perú
[2]Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Manta, Manabí, Ecuador
[3]Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador
[4]Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manabí, Ecuador
*Autor de correspondencia. E-mail: mmongef@uteq.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

El uso eficiente del agua en la agricultura constituye una prioridad estratégica alineada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 de la Agenda 2030, en respuesta a la creciente escasez hídrica y al incremento poblacional proyectado (Suárez-Cáceres et al., 2024). Esta problemática se ve intensificada por los efectos del cambio climático, que exacerban eventos extremos como sequías e inundaciones, generando un impacto directo sobre los procesos fisiológicos de las plantas, especialmente la fotosíntesis, y comprometiendo la seguridad alimentaria a nivel global (Lee y Chang, 2024).

En este contexto, la agricultura es responsable de aproximadamente el 70 % del consumo mundial de agua, y en países como Ecuador esta cifra asciende al 82 % (Conde-Solano et al., 2021). A pesar de que el 24 % de la superficie cultivada en el país cuenta con acceso a sistemas de riego, la provincia de Manabí apenas concentra el 5,3 % de dicha área irrigada, lo que evidencia un bajo nivel de tecnificación del agro (INEC, 2024). Esta brecha limita significativamente la productividad agrícola, reduce la resiliencia de las comunidades rurales, deteriora el bienestar social y constituye un factor estructural que impulsa la migración campo ciudad (Gürsu, 2024).

Ante este escenario, es necesario evaluar sistemas de riego que optimicen el uso del agua y mejoren la producción agrícola (Sanchez-Arzapalo y Acosta-Sanchez, 2023), particularmente en la parroquia San Clemente, donde existe escasa evidencia científica local que permita orientar técnicamente la selección de sistemas de riego más eficientes en el cultivo de pitahaya. Aunque el cultivo de pitahaya se adapta bien a las condiciones de Manabí, los efectos específicos del riego por goteo y por superficie sobre su desarrollo aún no han sido plenamente estudiados, a pesar de su relevancia para la seguridad hídrica y alimentaria.

El mejoramiento de las condiciones de producción en el cantón Sucre contribuiría a incrementar el volumen y la calidad de la pitahaya, mejorando la competitividad comercial y la capacidad adaptativa de los sistemas productivos ante condiciones climáticas adversas. Por ello, esta investigación se orientó a analizar los sistemas de riego por goteo y por superficie, considerando que el riego superficial se caracteriza por una rápida infiltración y drenaje (Tudi et al., 2024), mientras que el riego por goteo optimiza el uso del agua mediante un patrón de humedecimiento controlado (Du et al., 2023; Pal et al., 2023; Xiao et al., 2023). En este marco, el objetivo general fue evaluar el efecto del riego por goteo y por superficie en la productividad de la pitahaya roja en la parroquia San Clemente, cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Sitio experimental

La investigación se llevó a cabo en una plantación comercial de pitahaya roja (H*ylocereus costaricensis*) perteneciente a la finca "Steven", localizada en la parroquia San Clemente, cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador, en las coordenadas geográficas 0°45'51.6" de latitud Sur y 80°29'19.0"de longitud Oeste, con una altitud de 8 m.s.n.m. El ensayo tuvo una duración de ocho meses, comprendidos desde el mes de abril hasta noviembre del año 2024.

El clima de la zona es tropical húmedo, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 25 °C y 30 °C, y una temporada de lluvias entre diciembre y mayo. La pluviosidad varía entre 103 y 145 mm por mes, con una humedad relativa del 85% y unas 1100 horas de sol anuales. Sus suelos son aluviales y costeros, fértiles, pero con salinidad en áreas cercanas a la costa. Tienen una textura arenosa, estructura en bloque y pH de 6.7, condiciones que los hacen adecuados para el cultivo.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2×2, conformado por dos factores (sistema de riego y frecuencia de riego), lo que originó un total de cuatro tratamientos, cuyos factores y niveles de estudio se muestran en la **Tabla 1**. La combinación de los niveles de los factores evaluados dio lugar a un total de cuatro tratamientos

experimentales, definidos según el tipo y la frecuencia de riego aplicados. El tratamiento T1 correspondió al riego por goteo con una frecuencia de cada cuatro días (R1F1), mientras que el T2 consistió en riego por goteo cada ocho días (R1F2). Por su parte, el tratamiento T3 aplicó riego por superficie cada cuatro días (R2F1), y finalmente, el T4 implementó riego por superficie con una frecuencia de ocho días (R2F2).

Posterior a ello, se llevó a cabo un análisis de la varianza (ANOVA) para el diseño planteado en este estudio. Para la comparación de medias entre los tratamientos, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0.05$), se verificó los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Asimismo, se determinó el coeficiente de variación (%) por cada variable, utilizando el software estadístico InfoStat® (Infostat, 2020).

Variables evaluadas

Comportamiento agronómico y parámetros productivos

La altura de planta se midió en metros (m) desde la base del tallo principal hasta el punto más alto del brote apical utilizando un flexómetro, en ocho plantas seleccionadas al azar (dos plantas por repetición), promediando posteriormente los registros por tratamiento; esta evaluación se realizó al finalizar el ensayo (Vásconez et al. 2023). El número de pencas se determinó mediante el conteo total de pencas (hojas) en las mismas ocho plantas, siguiendo el mismo procedimiento de muestreo y promediación al cierre del experimento. En cuanto a los parámetros productivos, el peso del fruto (g) se registró empleando una balanza digital, midiendo todos los frutos de las plantas seleccionadas y calculando el promedio por tratamiento, mientras que el número de frutos por planta se obtuvo sumando la cantidad total de frutos con madurez comercial en todas las cosechas, en dos plantas por repetición, promediando después los resultados (Silva, 2022). Finalmente, el rendimiento (kg/ha) se estimó multiplicando el peso promedio de un fruto por el número promedio de frutos por planta, extrapolando luego el resultado al número de plantas por hectárea.

Eficiencia en el uso del agua (EUA)

La EUA se evaluó a través de dos variables: la lámina de riego acumulada (m^3/ha), determinada sumando las cantidades de agua aplicadas en cada riego durante los ocho meses de duración del estudio para cada tratamiento (Molina, 2024), y la eficiencia del uso del agua (kg/m^3), calculada mediante el coeficiente de uso eficiente del agua, comparando la cantidad de biomasa generada por cada unidad de agua consumida en los distintos tratamientos, de acuerdo con la metodología propuesta por Huber y Trecaman (2004).

Manejo del experimento

La distribución del lote experimental consideró cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, conformando 16 unidades experimentales y 32 plantas (dos plantas por unidad), con una distancia de siembra de 2 × 2 m, abarcando un área total de 128 m^2. El control de malezas se efectuó de manera manual, con machete, cada 25 ± 4 días, dependiendo del desarrollo de las malezas en el lote, fertirriego y aplicación de productos fitosanitarios, utilizando acaricidas como Abamectina®, fungicidas del grupo de las acetamidas e insecticidas como Spinosad®, para preservar la sanidad del cultivo de pitahaya con dos años y medio de producción.

Respecto a los sistemas de riego, se implementó un sistema por goteo utilizando mangueras equipadas con goteros autocompensados Netafim® de 8 L/h, aplicando 15 minutos de riego en la tarde y 15 minutos en la noche, ajustando la frecuencia cada cuatro u ocho días según la humedad del suelo; para evaluar la eficiencia del sistema, se instalaron nueve cintas de riego distribuidas en tres sectores del lote (superior, medio e inferior), seleccionando nueve emisores por cinta para calcular el coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUC), con el objetivo de cuantificar la distribución del agua en distintas posiciones topográficas.

En paralelo, se implementó un sistema de riego por superficie, consistente en el llenado de reservorios de 16 m² con una lámina de agua de 3 cm, utilizando una manguera con difusor a un caudal de 10 L/h; el tiempo de llenado fue de aproximadamente 1.5 horas. La uniformidad del riego se evaluó aplicando los indicadores UD (Uniformidad de Distribución) y CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen), lo que permitió cuantificar la eficiencia del riego y ajustar los parámetros operativos del sistema.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis de suelos para establecer una base técnico-científica sobre la cual formular las recomendaciones de fertilización. Para ello, se realizaron 12 perforaciones para obtener cuatro submuestras que, tras ser homogenizadas, generaron una muestra final de 2.2 libras, la cual fue enviada al laboratorio del Grupo Químico Marcos para su análisis y generación de recomendaciones de fertilización previas a la siembra.

III. RESULTADOS

Comportamiento agronómico

Altura de planta (m)

En la variable altura de planta, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), con un coeficiente de variación de 5.94%. T1 registró la mayor altura de planta (2.00 m), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos según la prueba de Tukey. En contraste, los tratamientos T3 y T4 mostraron las menores alturas ambos con un promedio de 1 m, sin diferencias significativas entre ellos. El tratamiento T2 alcanzó un promedio intermedio de 1.5 m, diferenciándose estadísticamente de T1, T3 y T4 (**Tabla 2**).

Número de pencas

Respecto al número promedio de pencas, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), con un coeficiente de variación de 4.60%. El tratamiento T1 presentó el mayor número de pencas, con un promedio de 50 pencas, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. El tratamiento T2 registró un promedio intermedio de 45.00 pencas, diferenciándose significativamente de todos los demás tratamientos (Tukey, $p \leq 0.05$). Por otro lado, los tratamientos T3 y T4 mostraron los menores valores, con promedios de 24.00 y 23.00 pencas, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos (**Tabla 3**).

Parámetros productivos

Peso del fruto (g)

El peso promedio del fruto mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), con un coeficiente de variación de 5.55%. El tratamiento T1 alcanzó el mayor peso promedio del fruto, con un promedio de 570.00 g, superando significativamente al resto de los tratamientos. En segundo lugar, T2 registró un peso promedio de 200.00 g, diferenciándose de T1, T3 y T4. Los menores pesos promedio se observaron en los tratamientos T3 y T4, con valores de 150.00 y 100.00 g, respectivamente, mostrando diferencias significativas entre ellos (**Tabla 4**).

Número de frutos por planta

En cuanto a la variable número promedio de frutos por planta, se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), con un coeficiente de variación de 6.55%. El tratamiento T1 obtuvo el mayor número de frutos por planta, con un promedio de 25.00 frutos, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. El tratamiento T2 alcanzó un promedio intermedio de 22.00 frutos por planta, diferenciándose significativamente de T1, T3 y T4. Por su parte, los tratamientos T3 y T4 presentaron los valores más bajos, con promedios de 10.00 y 9.00 frutos por planta, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre si (**Tabla 5**).

Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento (kg/ha) también presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$), con un coeficiente de variación de 5.46%. El tratamiento T1 presentó el mayor rendimiento, con un promedio de 35625.00 kg/ha, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. En segundo lugar, el

tratamiento T2 registró un rendimiento promedio de 11002.00 kg/ha, diferenciándose significativamente de T1, T3 y T4. Por otro lado, los tratamientos T3 y T4 mostraron los menores rendimientos, con valores de 3750.00 kg/ha y 2250.00 kg/ha, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos (**Tabla 6**).

Eficiencia en el uso del agua (EUA)

El tratamiento T1 alcanzó la mayor eficiencia en el uso del agua (15.90 kg/m^3), seguido por T2 con 11.46 kg/m^3. Los tratamientos T3 y T4 presentaron valores menores, con 0.25 y 0.30 kg/m^3, respectivamente. Estos resultados evidencian la mayor eficiencia del riego por goteo frente al riego por superficie (**Tabla 7**).

IV. DISCUSIÓN

Los resultados de altura de planta (m) coinciden con lo reportado por Conde Solano et al. (2024), quienes obtuvieron una mayor altura de planta en el cultivo de maíz, al implementar riego por goteo superficial (2.65 m) frente al riego por surcos (2.49 m). En contraste, los tratamientos T3 y T4, que utilizaron riego por superficie, presentaron las menores alturas de planta, lo cual puede estar relacionado con la distribución desigual del agua en el suelo, lo cual afecta la absorción uniforme de nutrientes y un crecimiento más homogéneo de las plantas.

Según Nava y Vera (2004), el número de pencas es un indicador clave del vigor de la planta, y en este estudio, el riego por goteo cada cuatro días resultó en un mayor número de pencas. Los tratamientos T3 y T4, con menores cantidades de pencas, reflejan una menor eficiencia en la asimilación de nutrientes y agua, lo que podría estar afectando el crecimiento vegetativo de las plantas.

Por otro lado, los resultados de peso del fruto en este estudio son congruentes con la idea de que un riego adecuado, como el que se emplea en el tratamiento T1, favorece el desarrollo óptimo del fruto. Los tratamientos T3 y T4, con los menores pesos de fruto, corroboran la hipótesis de que los sistemas de riego por superficie, sobresaturan el suelo, y provocan estés hídricos a las plantas ocasionando efectos negativos sobre la calidad de la fruta (peso, longitud y diámetro de la fruta) (Gil et al., 2020).

A propósito de la variable número de frutos por planta, se pudo observar en este estudio que un riego eficiente mejora la capacidad productiva de la planta, como lo indican los estudios previos sobre la influencia del manejo adecuado del riego (Mahecha-Prada & Mariño Macana, 2023). Los tratamientos T3 y T4, con menor cantidad de frutos, pudieron estar limitados por la menor disponibilidad de agua en el suelo debido a la técnica de riego por superficie.

Los resultados de rendimiento reportados en este estudio concuerdan con lo mencionado por López (2023) quien destacó que, para mejorar el desempeño productivo de la pitahaya es necesario contrarrestar el exceso de humedad, ya que aquello podría provocar problemas fitosanitarios que se traducen en una merma en el rendimiento, lo cual guarda concordancia con lo observado en este estudio, donde los tratamientos con riego por superficie presentaron registros más bajos que los que incluían el riego por goteo. Aquello, se podría atribuir al estrés hídrico causado en las plantas debido a la sobreoferta de agua en el riego (Riascos Arcos et al., 2015), lo cual puede llegar a sobresaturar el suelo, provocando pudrición en las raíces, amarillamiento de hojas (pencas) (López-Olivari, 2022), etc. Dicho escenario fue visible en esta investigación en los tratamientos T3 y T4, que incluyeron el riego por superficie, y en donde se vio afectada la morfología de la planta, tanto en la parte vegetativa como en la productiva.

Por último, los resultados obtenidos en este estudio respecto a la eficiencia en el uso del agua coinciden con los observados por Osuna-Enciso et al. (2016) en Sinaloa, México, respecto a la pitahaya, especialmente en términos de la adaptabilidad de la planta a condiciones de riego limitadas y la eficiencia en el uso del agua. En el caso de Sinaloa, la pitahaya se destacó como un cultivo adecuado para la reconversión, debido a su baja demanda de agua y su capacidad de adaptarse a suelos diversos.

V. CONCLUSIONES

El sistema de riego por goteo aplicado cada cuatro días (T1) demostró ser el más eficiente para optimizar el desempeño agronómico y productivo de la pitahaya roja. Este tratamiento obtuvo los mayores valores en altura de planta, número de pencas, número y peso de frutos por planta, así como en rendimiento total. Además, alcanzó la mayor eficiencia en el uso del agua, con 15,90 kg/m³, superando significativamente al riego por superficie y al riego por goteo aplicado cada ocho días (T2). Estos resultados confirman que el riego por goteo con mayor frecuencia no solo mejora la productividad del cultivo, sino que representa una estrategia eficaz para la gestión sostenible del recurso hídrico en condiciones similares.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Conde Solano, J. L., Rivera, L., Gálvez, P., & Vásquez, R. (2024). Influencia del riego por surcos y goteo en la producción de maíz híbrido DASS 3383. *Bosques Latitud Cero*, *14*(2), 65–72. https://doi.org/10.54753/blc.v14i2.2164

Conde-Solano, J. L., Sánchez-Urdaneta, A. B., Colmenares-de Ortega, C. B., Ramiro-Vásquez, E., & Orteg-Alcalá, J. (2021). Impacto del riego por goteo subsuperficial en la eficiencia de uso del agua en maíz (Zea mays L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, *9*(1), 50–58.

Du, Y., Liu, X., Zhang, L., & Zhou, W. (2023). Drip irrigation in agricultural saline-alkali land controls soil salinity and improves crop yield: Evidence from a global meta-analysis. *Science of The Total Environment*, *880*, 163226. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163226

Gil, J. A., Montaño-Mata, N. J., & Pérez, J. (2020). Efectos de regímenes de riego sobre el rendimiento y el uso del agua en Berenjena (Solanum melongena L.), en condiciones de campo. *Apthapi*, *6*(3), 2013–2026.

Gürsu, H. (2024). An affordable system solution for enhancing tree survival in dry environments. *Sustainability*, *16*(14), 5994. https://doi.org/10.3390/su16145994

Huber, J. A., & Trecaman, V. R. (2004). Eficiencia del uso del agua en plantaciones de Pinus radiata en Chile. *Bosque (Valdivia)*, *25*(3), 33–43. https://doi.org/10.4067/S0717-92002004000300004

INEC. (2024). *Información ambiental y tecnificación agropecuaria - Módulo métodos de producción y ambiente*. INEC.

Infostat. (2020). *Infostat*. https://www.infostat.com.ar/

Lee, Y.-C., & Chang, J.-C. (2024). Sensitivity and regulation of diel photosynthesis in red-fleshed pitaya (Hylocereus polyrhizus) micropropagules under mannitol-induced water stress/rehydration cycle in vitro. *Horticulturae*, *10*(3), 235. https://doi.org/10.3390/horticulturae10030235

López, M. (2023). *Principales factores de producción en el cultivo de pitahaya (Hylocereus spp.) en el Ecuador* [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Babahoyo.

López-Olivari, R. (2022). *Manejo general y práctico del agua de riego en especies frutales para productores del sur de Chile* (M. Ellena & L. Avendaño, Eds.). Centro Regional INIA Carillanca, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Mahecha-Prada, J. M., & Mariño Macana, Y. A. (2023). Variación de riego en plántulas de Pisum sativum y Lens culinaris. *Ingeciencia*, *6*, 33–46.

Molina, K. (2024). *Caracterización microbiológica de Biol a base de microorganismos nativos de montaña y su interacción con riego deficitario en el cultivo de nabo (Brassica rapa subsp. pekinensis)* [Tesis de postgrado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Nava, C., & Vera, J. (2004). Relación del número de hojas a floración y hojas perdidas en el ciclo reproductivo con el peso del racimo en plantas de plátano en presencia de Sigatoka negra. *Revista de La Facultad de Agronomía de La Universidad Del Zulia*, *21*, 335–342.

Osuna-Enciso, T., Valdez-Torres, J. B., Sañudo-Barajas, J. A., Muy-Rangel, M. D., Hernández-Verdugo, S., Villarreal-Romero, M., &

Osuna-Rodríguez, J. M. (2016). Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (Hylocereus undatus (How.) Britton and Rose) en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Agrociencia*, *50*(1), 61–78.

Pal, S., Patel, N., Malik, A., Sharma, A., Pal, U., K.G., R., & Singh, D. K. (2023). Eco-friendly treatment of wastewater and its impact on soil and vegetables using flood and micro-irrigation. *Agricultural Water Management*, *275*, 108025. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108025

Riascos Arcos, J. J., Espitia Navarro, H. F., & López Gerena, J. (2015). Evaluación de las herramientas de secuenciación masiva (NGS) para identificar genes asociados con tolerancia al estrés hídrico en caña de azúcar. *Acta Agronómica*, *64*(4), 355–362. https://doi.org/10.15446/acag.v64n4.47772

Sanchez-Arzapalo, L. E., & Acosta-Sanchez, A. del P. M. (2023). Optimización del consumo de agua agrícola en Lima: Buenas prácticas y métodos de riego eficientes. *Revista Alfa*, *7*(20), 464–473. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.229

Silva, E. (2022). *Efecto combinado de la aplicación orgánica edáfica y foliar sobre el cultivo de pitahaya (Hylocereus undatus) en el cantón La Troncal* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].

Suárez-Cáceres, G. P., Malia-Torrejón, M., Pérez-Urrestarazu, L., Gross, J. A., & Fernández-Cabanás, V. M. (2024). Evaluation of rooting and growth of pitaya (Hylocereus spp.) cuttings in soilless production: comparison of hydroponic vs. aquaponic systems. *Cogent Food & Agriculture*, *10*(1). https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2355298

Tudi, M., Wang, L., Wei, B., Yang, L., Yu, J., Jiang, F., Xue, Y., Li, H., Wang, F., Li, L., Jimmy Yu, Q., Daniel Ruan, H., & Connell, D. (2024). Effects of drip and flood irrigation on soil heavy metal migration and associated risks in China. *Ecological Indicators*, *161*, 111986. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111986

Vásconez-Montúfar, G. H., Loor-Ortiz, J. L., Espinoza-Coronel, A. L., & Ramos-Remache, R. A. (2023). Nutrientes primarios y su efecto en el desarrollo de plántulas de banano (Musa acuminata AAA) de la variedad Williams. *Revista Multidisciplinaria de Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista*, *5*(2), 7.

Xiao, C., Ji, Q., Zhang, F., Li, Y., Fan, J., Hou, X., Yan, F., Liu, X., & Gong, K. (2023). Effects of various soil water potential thresholds for drip irrigation on soil salinity, seed cotton yield and water productivity of cotton in northwest China. *Agricultural Water Management*, *279*, 108172. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108172