

# Indian Journal of Modern Research and Reviews

This Journal is a member of the '*Committee on Publication Ethics*'

Online ISSN:2584-184X



## Review Paper

## El Riego Deficitario En La Agricultura: Principios, Métodos Y Aplicaciones, Deficit Irrigation in Agriculture: Principles, Methods and Applications

Leonardo Vique González<sup>1\*</sup>, Ingeniero Agrónomo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento Técnico Legal, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay  
Universidad de la Empresa, Uruguay

<sup>2</sup> Máster en Ingeniería Ambiental, Faculty of Engineering, Global Technological University, Andorra

Corresponding Author: \*Leonardo Vique González

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17433301>

### ABSTRACT

Deficit irrigation is a crucial strategy in contemporary agriculture, driven by increasing water scarcity and the overexploitation of water resources due to growing demand and the effects of climate change. It is highlighted that nearly 30% of the water used in agriculture is misused due to over-irrigation, creating the need to optimize water use through more efficient practices. Deficit irrigation involves deliberately restricting irrigation to maximize crop production and quality without significantly compromising the required amount of water. Various types of deficit irrigation are presented, including controlled and regulated deficit irrigation. It is emphasized that this technique allows for better quality agricultural products, promotes an energetically and environmentally responsible use, and can be more profitable for farmers. However, disadvantages and risks are also mentioned, such as the potential reduction in yield under adverse climatic conditions. Efficient strategies for scheduling deficit irrigation are discussed, based on the critical growth stages of plants, and examples of successful application in different crops are presented. Furthermore, recent research aimed at optimizing irrigation methods is highlighted, making use of technologies that support water management based on water stress. The adoption of deficit irrigation is vital for agricultural sustainability, recommending an approach that includes producers' perceptions and the creation of incentives for its successful implementation. The importance of generating technologies that align with the specific needs of producers and the socioeconomic context in which they operate is underscored.

### Manuscript Info.

- ✓ ISSN No: 2584- 184X
- ✓ Received: 06-08-2025
- ✓ Accepted: 25-09-2025
- ✓ Published: 24-10-2025
- ✓ MRR:3(10):2025;15-20
- ✓ ©2025, All Rights Reserved.
- ✓ Peer Review Process: Yes
- ✓ Plagiarism Checked: Yes

### How To Cite this Article

González LV. El riego deficitario en la agricultura: principios, métodos y aplicaciones. Deficit irrigation in agriculture: principles, methods and applications. Ind J Mod Res Rev. 2025;3(10):15-20.

**KEYWORDS:** Deficit irrigation, Sustainability, Water scarcity, Efficiency, Agricultural production

### 1. INTRODUCTION

#### Introducción al riego deficitario en la agricultura

La evolución y el incremento de las demandas hídricas han conducido a la escasez de agua y, por otra parte, a una

sobreexplotación de fuentes renovables de aguas superficiales y subterráneas, llegando en numerosas regiones del mundo a situaciones de agotamiento. Todo esto está aunado por cambios

en los regímenes térmicos y pluviométricos como consecuencia del cambio climático mundial. Además, las previsiones futuras indican que este cambio irá en aumento. Ahora consideramos cinco importantes temas: 1. Aumento en la eficiencia de las extracciones; 2. La necesidad de redefinir el concepto de continente seco; 3. La problemática de la escasez del agua en el medio ambiente; 4. La problemática de las aguas continentales; y 5. La necesidad de acciones inmediatas para controlar y mantener la explotación sostenible de los recursos hídricos (Bedriñana *et al.*, 2023; Daroca, 2024) <sup>[4, 9]</sup>.

Dentro de las acciones necesarias y más inmediatas para el cuidado del agua, se tiende a promover el riego deficitario, ya que los últimos registros indican que el 30% del volumen total del agua usada en la agricultura es mal usado por exceso de riego; por lo que el reto es tratar de incrementar la producción, reducir las pérdidas y disminuir el uso del recurso agua. También es importante considerar que el 40% de la comida que garantiza la seguridad alimentaria proviene de las áreas arables que tienen menos del 15% de los recursos hídricos. El clima cálido y seco contribuye a rápidas tasas de evaporación e incrementa las pérdidas por percolación. Este problema se acrecienta con la falta de aplicaciones de ciencia y la escasez de comunicación de técnicas adecuadas (Basave, 2023) <sup>[4]</sup>.

#### **Importancia del riego deficitario en la optimización del uso del agua en la agricultura**

En regiones áridas y semiáridas, el agua cada vez escasea más y el costo de construir nuevas fuentes de agua subterránea y superficial, así como de infraestructura de riego por gravedad o presurizada, es cada vez más alto. El concepto del riego deficitario, que consiste en privar deliberadamente al cultivo de suficiente humedad, se desarrolló originalmente como una estrategia específica para manejar el riego en las primeras canalizaciones subterráneas. La tecnología, tal como fue originalmente, daba como resultado rendimientos razonables, a pesar de que los niveles excesivos de salinidad en la capa freática subyacente a menudo generaban condiciones de suelo azonal (Salazar Saltos, 2022) <sup>[17]</sup>.

Hasta ahora, la pura aplicación de riego con agotamiento parcial o total de las reservas de agua en la zona de raíces ha sido solamente una estrategia parcialmente exitosa. La planta, privada deliberadamente de suficiente agua para satisfacer los requerimientos potenciales al activar el riego, necesita tener progenitores resistentes que permitan al productor hacer la cosecha con una fracción más grande del potencial real. A pesar de las creencias extendidas, este método hizo un uso no tan racional del suelo reservado al cultivo, la llamada corona de riego clásica; la percolación del agua en exceso comienza a salinizar el estrato inmediato inferior. El riego deficitario controlado puede ser una estrategia de manejo durante todo el ciclo del cultivo para permitir la utilización lo más eficiente posible del agua disponible en el suelo, en la etapa inicial del crecimiento, para que el agua esté disponible durante un período más largo, al aumentar los rendimientos o la calidad del cultivo o por ahorrar en agua (Martínez-López *et al.*, 2024) <sup>[14]</sup>.

#### **Principios básicos del riego deficitario**

El riego deficitario es una estrategia que consiste en la optimización de agua teniendo en cuenta las necesidades hídricas de la planta. Cuando el cultivo se encuentre en una fase sensible a la sequía será regado, pero fuera de este periodo el riego será limitado o según qué caso innecesario. Este tipo de riego es también importante económicamente, ya que aumenta la rentabilidad sin disminuir la producción en un corto plazo de tiempo.

Además, en lo relativo al uso de los recursos hídricos no supone un cambio importante en la producción del agricultor por lo que como método de optimización de recursos es de los más eficaces.

#### **Tipos de riego deficitario**

En el riego deficitario, la reducción de la dotación no es a costa de una disminución proporcional de los rendimientos, sino que hace variar el intervalo de riego en el que las plantas crecen hasta que el crecimiento alcanza un valor máximo, inicialmente similar al crecimiento a capacidad hídrica total, recorriéndose después este intervalo con su aparición intermitente según el valor de la lámina aplicada. Una clasificación de los tipos de riegos deficitarios se puede hacer en tres grandes grupos: conforme a la intensidad, siguiendo a la lámina de agua aplicada, o a la duración y a la estrategia provisoria de la planta como es, "estrés hídrico intra o extracelular" (Rodríguez, 2024) <sup>[15]</sup>.

La evolución del concepto de riego deficitario gracias a los estudios sobre fisiología del estrés hídrico ha conducido a la implementación de técnicas de regulación del riego que permiten reducir sustancialmente el volumen de agua aplicado, logrando una adaptación en la demanda de agua por parte del cultivo con eliminación parcial o total del rendimiento del cultivo. De este modo, un adecuado programa de riego es capaz de definir las oportunidades de riego y determinar sus criterios a partir del programa de uso de agua, así como la puesta en práctica de los métodos de riego deficiente más adaptados a la fisiología del cultivo y el consumo de agua por el mismo. El riego deficitario ha sido considerado como riego del cultivo con menos agua que la evapotranspiración intensiva real, con la intención de regular la acumulación del agua en el suelo, realizar las oportunidades de riego o recurrente, para reducir la frecuencia de riego al mínimo en los períodos de alta demanda de agua y evitar una superabundancia de este en los períodos secundarios (Martínez-López *et al.*, 2024) <sup>[14]</sup>.

#### **Riego deficitario controlado**

Un riego deficitario controlado (RDC) es una forma de riego deficitario en el que se aplica un riego menor al que el cultivo necesita potencialmente. En el RDC, el volumen aplicado se ajusta de forma que se reduzca la evapotranspiración del cultivo durante el período o períodos críticos de desarrollo, parte del ciclo fenológico en el que la sensibilidad de las plantas al déficit hídrico es mayor. La relación debe oscilar entre 0.7 y 0.85, que incidirán de forma diferente en el rendimiento y el agua utilizada (Gómez-Bellot *et al.*, 2024) <sup>[10]</sup>.

La gran diversidad de métodos de RDC no permite realizar una caracterización universal. En este apartado, se han incluido aquellos métodos más aplicados. La mayoría de los métodos de RDC están asociados a estrategias fundamentadas en estudios fisiológicos que identifican los periodos críticos para el crecimiento del cultivo. Por ello, parte de la eficacia de estos métodos dependerá de la fiabilidad de los datos científicos que los fundamentan. Para realizar el seguimiento y ajustes de un RDC serán necesarios conocimientos básicos sobre estrés hídrico en las plantas, saber determinar los periodos críticos para el cultivo del que se dispone de información y disponer del instrumental necesario para el seguimiento del riego y de la evapotranspiración del cultivo (Gómez-Bellot *et al.*, 2024) [10].

### Riego deficitario regulado

Consiste en mantener, en definitiva, no el contenido en humedad del suelo constante, sino un nivel de humedad previamente establecido, en la idea de que, a partir de dicho nivel, no desaparecerán las plantas por falta de agua, y que los rendimientos, si no se riega más, comenzarán a descender gradualmente con el avance del tiempo, pudiendo incluso registrar rendimientos económicos máximos en detrimento de los denominados rendimientos físicos (Capraro *et al.*, 2024) [7].

Conviene aclarar, sin embargo, que aunque en su concepción y fundamentación teórica el riego deficitario es muy sencillo de entender y, en la práctica, su aplicación por los usuarios de las zonas regables es también a menudo sencilla, la identificación de las bases adecuadas para el establecimiento de estrategias de riego deficitario debería basarse, no obstante, en un conocimiento sobre el comportamiento de las plantas de cultivo ante deficiencias hídricas, que aún dista de ser, en general, claro y especialmente conocido. No podremos entrar aquí a fondo en estas bases, más allá del esquema teórico de una respuesta productiva ante deficiencias hídricas ya apuntado (Rodríguez-Correa *et al.*, 2022) [16].

Las bases, no obstante, sobre las que se asienta una estrategia de riego deficitario, además de algunas aclaraciones sobre su posible impacto económico, ya se han estudiado básicamente referido a los procedimientos de cálculo de las dotaciones de riego. Aquí se indicarán únicamente los diferentes procedimientos de cuantificación práctica de los denominados umbrales que nos van a definir los ensayos de riego deficitario sobre el nivel de humedad definido.

### Riego deficitario parcial

El riego deficitario parcial se da en estadios que van desde el comienzo hasta la madurez del fruto. Durante este estadio se dan las mayores exigencias hídricas. En este caso, el suelo no se colapsa, obteniendo los siguientes beneficios: - No hay problemas con remanente ni lavado de sales. La mayoría de los cultivos tienen resistencias a estrés hídrico, que les permiten recuperarse a niveles discretos, lo que muchas veces representa un ahorro de agua. En los cultivos leñosos como el olivar y la vid, el RDP curiosamente mejora la fertilidad de baja que sufre el suelo, porque generalmente los riegos acaban rápido y hay un componente de nitrógeno que se ha aprovechado por las masas

foliares y ahora está disponible en el suelo, además de que de alguna manera se ha limpiado el suelo, que en la gran mayoría de las veces se encuentra cubierto de malas hierbas. Económicamente, el RDP es rentable para el agricultor que posee riego por goteo, por el mero hecho del ahorro de agua y por el aumento del rendimiento de las producciones, porque el exceso de agua en la mayoría de los casos acaba siendo perjudicial. Aunque el diagnóstico del estado hídrico por potencial hídrico de la xilema sea más caro que el basado en una agenda de riegos, el productor acabará obteniendo rendimientos superiores y eso repercutirá en su facturación (Alomari-Mheidat, 2024) [2].

### Factores para considerar en la implementación del riego deficitario

#### Prácticas agrícolas para tener en cuenta en el riego deficitario

El riego deficitario aplicado en el momento adecuado favorece ciertos procesos fisiológicos que determinan una mejor calidad del fruto en un amplio abanico de especies frutales. El desarrollo del fruto sometido a riego deficitario suele ser más lento en comparación con el fruto regado normalmente. Sin embargo, en numerosos casos, el tamaño de los frutos no disminuye significativamente con las estrategias de aplicación del agua basadas en el déficit. Finalmente, suelen encontrarse diferencias en la composición del fruto en la cantidad y forma en que se alteran en las condiciones que impone el riego deficitario (Guzmán Vásquez, 2024) [11].

La baya de una especie como la vid es relativamente resistente a sequías cortas y moderadas que ocurren durante el periodo comprendido entre la floración y la maduración del fruto. Durante la etapa inicial del desarrollo del fruto, las tasas de transpiración y de crecimiento son máximas, pero a medida que el fruto crece, se hace cada vez menos dependiente del agua del suelo. La reducción de la transpiración resultante de una disminución del potencial hídrico de la baya a partir de valores críticos de alrededor de 15 a 30 kPa está por debajo de la capacidad de la planta para extraer el agua del suelo si el suministro de este es adecuado. En climas cálidos, relativamente áridos, la velocidad de desarrollo decrece a unos valores comercialmente aceptables a aproximadamente 90 a 100 días después de la fertilización de la flor, y en este momento la masa del fruto está constituida en gran parte por compuestos asimilados en la etapa de rápido crecimiento, tales como azúcares (Zenteno Brañez, 2023) [19].

### Ventajas y desventajas del riego deficitario en la agricultura

El riego deficitario, con la precisión de aplicar el mínimo necesario en el momento apropiado, puede mejorar la eficiencia del uso del agua y aumentar la producción y calidad del producto final. Reduce el consumo de agua, principalmente por la disminución de la evapotranspiración y la lixiviación del agua de riego. Esto reduce, a su vez, el arrastre que el agua puede hacer de los componentes del suelo, es decir, la salinidad y los elementos nutricionales. La calidad del producto final puede mejorarse si el agua aplicada en el riego tiene un contenido de

sales superior al agua de riego no deficitario. Además, el producto final puede mejorar en términos de tamaño, color, rendimiento en harina, pulpa, azúcar, etc. (Martínez-López *et al.*, 2024) <sup>[14]</sup>.

Pero además de las ventajas agronómicas, el riego deficitario confiere ciertos beneficios desde el punto de vista energético y ambiental. Energético, porque reduce el gasto de agua y la energía utilizada para el riego; Ambiental, porque reduce el arrastre de contaminantes con el exceso de agua. Respecto a los riesgos en comparación con el riego a plena capacidad evapotranspiratoria, la eficiencia en el uso de agua suele ser menor, a no ser que la diferencia entre el agua que demanda el cultivo y el agua que suministramos exceda de lo que el suelo pueda suministrar. Tampoco se aprovecha el agua para disolver y lixiviar los nutrientes que no va a necesitar el cultivo para su ciclo fenológico, por lo que puede haber pérdida de nutrientes. Además, no se suministra al cultivo el máximo de agua disponible en el suelo, por lo que, en el peor de los casos, durante un año muy seco o excesivamente cálido se pueden llegar a dañar o incluso perder los cultivos. En el caso de los frutales, se puede disminuir la duración o calidad poscosecha del fruto (Carrizo *et al.*, 2024) <sup>[8]</sup>.

### Estrategias de programación del riego deficitario

Aunque los sistemas de riego son técnicamente eficientes para suministrar agua a las plantas, el productor no siempre es consciente de la necesidad real de riego o del momento en que debe aplicarse. En general, los métodos de programación del riego son primitivos, y el ciclo de riego se ajusta a las necesidades de las plantas por mera coincidencia. Sin embargo, la tecnología asociada a la programación del riego deficitario puede, con frecuencia, proporcionar un medio efectivo para ajustar las cantidades de agua aplicadas a las necesidades específicas de las plantas en cualquier momento del ciclo de crecimiento, con los siguientes objetivos: Primero, para controlar el estrés por sequía, evitándola en algunos estados del desarrollo de la planta o a escala estacional para evitar disminuciones drásticas de rendimiento. El segundo es permitir la maximización del rendimiento por unidad de agua aplicada. Y tercero, para acelerar o retrasar el ciclo de crecimiento para aprovechar ventanas de oportunidad específicas para un proceso, como la aplicación de agua para lograr una lixiviación controlada de sales (Cajape Bravo y Mero Lucas, 2024) <sup>[6]</sup>.

Existen varias estrategias para programar el riego deficitario. La programación básica se realiza en función del tiempo y del déficit de la fase de crecimiento. La gestión de etapas tiene que ver con las etapas de crecimiento del cultivo. La programación más rudimentaria está en función del tiempo en días o semanas, que es distinta para aprovechar las oportunidades o para que las necesidades no superen el suministro o demanda para una etapa. La evolución de la programación real en el tiempo son las programaciones en tiempo real, que, dependiendo de las tensiones de humedad y niveles de estrés en el suelo o en la planta, pueden disparar una aplicación si una preliminar no puede (Alomari-Mheidat, 2024) <sup>[2]</sup>.

### Determinación de la etapa crítica de riego

Lo fundamental en la programación del riego deficitario es la determinación de la etapa más adecuada o aceptable para aplicar el déficit. Recordemos que en cada etapa fenológica los órganos de la planta tienen diferentes grados de susceptibilidad al déficit hídrico. El procedimiento más usual es determinar la etapa crítica o más crítica y programar el riego deficitario de forma que los déficits sean aplicados previo a llegar a esta etapa. El método para determinar la etapa fenológica más crítica es irrigar déficit en cada fase de crecimiento de la planta y observar los cambios en el rendimiento (Aliaga Lordemann y Caballero, 2024) <sup>[1]</sup>.

El procedimiento es costoso en mano de obra, recursos y su resultado es relativo, porque si aplicamos déficit hídrico diciendo que no afecta la cobertura de suelo y absorción de luz, pero define mucho el rendimiento, y se asume que la evapotranspiración suelta no influye, los rendimientos que obtengamos a partir de la observación del comportamiento de la planta serán variables. Algunos utilizan los datos obtenidos de ensayos cuyo objetivo es profundizar en el conocimiento del cultivo y no tienen, como finalidad principal, estudiar las consecuencias económicas y técnicas que tendría el aplicar déficit hídrico. Ahora bien, si de estos ensayos obtenemos el comportamiento de la planta con respecto a un determinado coeficiente, el análisis de su variación con el ambiente y el tiempo permite generalizar y orientar el manejo hacia posibles estados de interferencia o desajuste (Julon Ortiz y Quiroz Izquierdo, 2022) <sup>[12]</sup>.

### Cálculo de la cantidad de agua a aplicar en cada etapa

El cálculo de la cantidad de agua a aplicar en cada etapa del crecimiento del cultivo emplea los siguientes pasos: 1. Determinar la evapotranspiración del cultivo. 2. Determinar el inicio de la etapa de crecimiento del cultivo que se analiza y obtener el final de la etapa del siguiente modo: 2.1. A partir de una variedad o región de cultivo conocida. 2.2. Según el método del balance de humedad del suelo. 2.3. Según un método específico. 3. Calcular la cantidad de agua aportada por las lluvias. 4. Calcular el balance diario de agua en el suelo. 5. Definir la profundidad efectiva de las raíces del cultivo. 6. Calcular la lámina de agua unitaria suficiente a aplicar en cada riego en función de: 6.1. La capacidad de campo. 6.2. El límite inferior de la lámina de agua útil. 6.3. El coeficiente que define la uniformidad del avance del frente de mojado. 6.4. El coeficiente de uniformidad de distribución del agua. 6.5. El coeficiente de cultivo. 6.6. El coeficiente superficial (Rodríguez-Correa *et al.*, 2022) <sup>[16]</sup>.

### Ejemplos de aplicación exitosa del riego deficitario en diferentes cultivos

El riego deficitario en diferentes tipos de agricultura es una tecnología que ha sido demostrada en diferentes regiones del mundo a través de ensayos con conteo continuo y controlando ciertos factores de la planta, del suelo y del ambiente. A continuación, se enumeran algunos ejemplos de dichos estudios que, en su mayoría, corresponden a experiencias recopiladas en



la literatura especializada; otros casos son conocidos como resultado de estudios e investigaciones en diferentes zonas de climas áridos, semiáridos y subhúmedos. Los ejemplos a continuación están organizados por grandes regiones agroclimáticas y no se incluye ni la agricultura de secano ni la de riego pleno, o el riego completo por surcos, que se suele descontinuar cada vez con más frecuencia cuando se cuenta con suficiente agua para las necesidades de los cultivos; es decir, cuando se emplean riegos presurizados con equipos bien diseñados y operados por seleccionados y bien capacitados operadores (Rodríguez-Correa *et al.*, 2022) <sup>[16]</sup>.

Se es consciente de que existen numerosas referencias en la vasta literatura sobre investigaciones y experiencias de aplicación del RDDI en una amplia variedad de cultivos y tipos de suelos y que, por lo tanto, deberá priorizar ciertas investigaciones por sobre otras o algunas experiencias exitosas de la práctica del RDDI en desmedro de otras. La selección que se presenta a continuación es arbitraria pero razonable, teniendo únicamente en cuenta las experiencias y ejemplos que han quedado bien documentados y que son relevantes para las diferentes regiones agroclimáticas semiáridas, áridas y subhúmedas (Barrios y Fernández, 2021) <sup>[3]</sup>.

### Investigaciones y avances recientes en el campo del riego deficitario

Investigadores diseñaron un sistema de riego suplementario basado en la utilización de una planta de clasificación y procesamiento de datos para los deseados estados hídricos de tensión del agua en el suelo. El sistema permite un suministro de agua al orificio de captación del riego solamente cuando el estado de agua en el suelo está por debajo de la tensión crítica inferior. Este enfoque no cuenta con los problemas de reaprovisionamiento del agua en el suelo presentes en esquemas de riego anteriormente deficitarios basados en el contenido del agua en el suelo (Somerville *et al.*, 2022) <sup>[18]</sup>.

Se compararon varios tratamientos terminales, riegos suplementarios, en base a la forma de la curva de extracción del suelo. Se utilizaron para ello parcelas distribuidas al azar, bloqueadas tres veces, y cada parcela se manejó como una unidad aislada en un régimen de riego definido. Las conclusiones indican que los cultivos se cosecharon con buen grado de humedad y los tratamientos que contaron con sistemas de otorgamiento de riego terminal interactivos desarrollados por el sondeo y la planta de procesamiento de datos diluyeron el riego suplementario, por lo general aumentaron los rendimientos. Finalmente, el mes de detención del agua, tiempo transcurrido desde el último riego según el tratamiento al precio del agua en los distintos meses, en comparación con otros productos manufacturados, como los fertilizantes, parece tener efecto en la forma en que se asume a menudo la estrategia del riego deficitario (Laurlund, 2021) <sup>[13]</sup>.

### Conclusiones y recomendaciones para la implementación exitosa del riego deficitario en la agricultura

El riego deficitario promete ser la alternativa más viable para mantener una producción agrícola sostenible, al tiempo que

reduce su consumo en una localidad dada. Por lo tanto, la viabilidad social, económica y ambiental del riego deficitario dependerá de su adopción. Se debe poner un esfuerzo especial en asegurarse de que el riego deficitario ofrezca los incentivos necesarios para que sea adoptado por los usuarios. Este esfuerzo requiere un cambio en los enfoques convencionales de la investigación y difusión de la tecnología. Los programas de investigación y difusión de tecnología usualmente tienen un énfasis fuerte en el incremento de la productividad o rendimiento. Sin embargo, para que la investigación contribuya efectivamente a la adopción, se deben incorporar los criterios, percepciones y apreciación de los productores acerca de los problemas y resultados que se deben alcanzar.

El éxito del riego deficitario depende de la generación de tecnologías y componentes hacia soluciones técnicas y sustentables, el conocimiento y la valoración de los usuarios con respecto a sus factores de adopción y al ambiente biofísico y socioeconómico de la localidad, así como el adecuado diseño de servicios de apoyo para la disponibilidad virtual de riego deficitario y para la formulación y manejo de alternativas e indicadores para el monitoreo de los impactos. Las recomendaciones generales serán necesarias para asegurar rendimientos, calidad, eficiencia, sostenibilidad general del sistema y lograr su adopción y éxitos: ubicación de la planta densa con adecuados desarrollos con arreglo a las prácticas de manejo. Adecuada elección de las especies y variedades a cultivar, incluyendo híbridos y/o genotipos más resistentes.

### REFERENCIAS

1. Aliaga Lordemann J, Caballero Caballero AB. Evaluación del rendimiento del cultivo de la quinua ante estresores agroclimáticos con el modelo NL-CROP. econstor.eu; 2024.
2. Alomari-Mheidat M. Programación del riego deficitario controlado en hortalizas de crecimiento indeterminado: tomate y judía. us.es; 2024.
3. Barrios MG, Fernández MR. Comunicar la ciencia: guía para una comunicación eficiente y responsable de la investigación e innovación científica. wordpress.com; 2021.
4. Basave BL. Niveles ambientales de herbicidas en pozos y cuerpos de agua superficial ubicados en una comunidad mexicana dedicada al cultivo de maíz. uaem.mx; 2023.
5. Bedriñana KGA, Carnero MR, Martín JAR. El derecho humano al agua en la Franja de Gaza, en Palestina, desde una perspectiva de género, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Agua y Territorio/Water and Landscape. 2023;(21). Disponible en: ujaen.es
6. Cajape Bravo LC, Mero Lucas JE. Efecto del manejo agronómico del riego sobre el desarrollo agroproductivo del cultivo de maíz bajo las condiciones climáticas del Valle Carrizal-Chone. espam.edu.ec; 2024.
7. Capraro F, Campillo P, Gimenez R, Ortiz A, Gentili L, Pierantozzi P. Monitoreo de variables y gestión de estrategias de riego deficitario en un olivar superintensivo empleando nuevas tecnologías de Agricultura Digital. Memorias de las JAIIO. 2024;10(3):37-50. Disponible en: sadio.org.ar

8. Carrizo AR, De la Vega ED, Guimarães MF. Análisis marginal del efecto del riego deficitario en el cultivar torrontés riojano. *Costos y Gestión*. 2024. Disponible en: [scielo.org.ar](https://scielo.org.ar)
9. Daroca ED. La protección jurídica de los ecosistemas subterráneos: un mundo de oscuridades. *Ecosistemas*. 2024. Disponible en: [revistaecosistemas.net](https://revistaecosistemas.net)
10. Gómez-Bellot MJ, Parra A, Alarcón JJ, Ortuño MF. Validación de un DSS basado en sensores de humedad del suelo para mejorar la eficiencia en el uso del agua en el cultivo de granado. [ujaen.es](https://ujaen.es); 2024.
11. Guzmán Vásquez RF. Efectos del riego deficitario en el rendimiento del cultivo del apio (*Apium graveolens*), variedad Kelvin RZ F1 en La Molina. [lamolina.edu.pe](https://lamolina.edu.pe); 2024.
12. Julon Ortiz WT, Quiroz Izquierdo CR. Aplicación de Lean Construction para mejorar el rendimiento de la mano de obra en edificaciones; 2021. [ucp.edu.pe](https://ucp.edu.pe); 2022.
13. Laurlund CI. Caracterización agroclimática de tres materiales de orégano (*Origanum sp.*) bajo riego en el sur de la provincia de Buenos Aires. [uns.edu.ar](https://uns.edu.ar); 2021.
14. Martínez-López JA, Montoya F, Martínez-López H, Martínez-Romero A, Pardo JJ, López-Urrea R, Domínguez A. Herramienta de programación de riego deficitario controlado para la sostenibilidad de cultivos leñosos en regiones semiáridas. [ujaen.es](https://ujaen.es); 2024.
15. Rodríguez JMP. Respuesta de un olivar en seto en Extremadura frente a diferentes estrategias de riego mantenidas desde la plantación hasta plena producción. [researchgate.net](https://researchgate.net); 2024.
16. Rodríguez-Correa D, Bonet-Pérez C, De la Caridad Mola-Fines B, Guerrero-Posada PA, Martínez-Der C, Machado-Carballo M. Estrategias de riego deficitario controlado para el cultivo del frijol. *Revista Ingeniería Agrícola*. 2022;12(1). Disponible en: [redalyc.org](https://redalyc.org)
17. Salazar Saltos AE. Riego deficitario sostenido en el desarrollo del girasol (*Helianthus annuus*) y eficiencia de uso del agua en La Molina. [lamolina.edu.pe](https://lamolina.edu.pe); 2022.
18. Somerville C, Cohen M, Pantanella E, Stankus A, Lovatelli A. Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala: cultivo integral de peces y plantas. Vol. 589. Food and Agriculture Organization; 2022. Disponible en: <https://www.google.com/search?q=google.com>
19. Zenteno Brañez RK. Propagación de vid (*Vitis spp.*) bajo la norma Global GAP. [lamolina.edu.pe](https://lamolina.edu.pe); 2023.

**Creative Commons (CC) License**

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) license. This license permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.