

**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,  
Volumen 8, Número 4.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4)

**LA IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE  
RIEGO PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA  
EN LA AGRICULTURA**

**THE IMPORTANCE OF IRRIGATION SYSTEMS FOR  
EFFICIENT WATER USE IN AGRICULTURE**

**Manuel Salvador López Medina**

Universidad Autónoma de Tamaulipas – México

**Efrain Neri Ramirez**

Universidad Autónoma de Tamaulipas – México

**Héctor Manuel Rodríguez Morán**

Universidad Autónoma de Tamaulipas – México

**Yolanda del Rocío Moreno Ramírez**

Universidad Autónoma de Tamaulipas – México

**Mario Rocandio Rodríguez**

Universidad Autónoma de Tamaulipas – México

**Ma. Teresa de Jesús Segura Martínez**

Universidad Autónoma de Tamaulipas - México

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4.12587](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12587)

## La Importancia de los Sistemas de Riego para el Uso Eficiente del Agua en la Agricultura

**Manuel Salvador López Medina<sup>1</sup>**

[salvadorlopme@gmail.com](mailto:salvadorlopme@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0007-8176-4625>

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
México

**Efrain Neri Ramirez**

[eneri@docentes.uat.edu.mx](mailto:eneri@docentes.uat.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-1547-9942>

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
México

**Héctor Manuel Rodríguez Morán**

[hecrodriguez@docentes.uat.edu.mx](mailto:hecrodriguez@docentes.uat.edu.mx)

<https://orcid.org/0009-0009-2852-7967>

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
México

**Yolanda del Rocío Moreno Ramírez**

[yrmoreno@docentes.uat.edu.mx](mailto:yrmoreno@docentes.uat.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-1580-1471>

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
México

**Mario Rocandio Rodríguez**

[mrocandio@docentes.uat.edu.mx](mailto:mrocandio@docentes.uat.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-8296-0843>

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
México

**Ma. Teresa de Jesús Segura Martínez**

[tsegura@docentes.uat.edu.mx](mailto:tsegura@docentes.uat.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0001-8559-3885>

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
México

### RESUMEN

Las bajas precipitaciones que se han presentado en la última década han traído consigo una baja disponibilidad de este recurso, aunado a esto, la agricultura en México concentra el 77 % del agua consuntiva disponible, por ello, es necesario contar con el sistema de riego más eficiente disponible para cada tipo de cultivo, tipo de suelo, topografía, capital y condiciones climáticas del sitio donde se instalara, de manera que, se estableció como objetivo de este trabajo determinar el grado de eficiencia de los diferentes sistemas de riego. Para lo cual se realizó una revisión sistemática de literatura: libros, artículos de revistas como Scielo, Redalyc, Dialnet, Scopus, entre otros documentos académicos, para sintetizar las ideas principales y hallazgos a través del tiempo. Los resultados indicaron que no existe un sistema de riego que pueda ser utilizado para todo tipo de cultivo, topografía y tipo de suelo, sin embargo, resulta necesario aumentar el grado de tecnificación de riego en el sector agrícola, además de la implementación de técnicas que efficienticen el uso del agua, para ello es necesario que los sectores público y privado inviertan recursos para que el sector agropecuario migre hacia la tecnificación y un mejor uso del agua.

**Palabras clave:** eficiencia, tecnificación, técnicas de riego, productividad del agua

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [salvadorlopme@gmail.com](mailto:salvadorlopme@gmail.com)

# The importance of irrigation systems for efficient water use in agriculture

## ABSTRACT

The low rainfall that has occurred in the last decade has led to a low availability of this resource, in addition to this, agriculture in Mexico concentrates 77% of the available consumptive water, therefore it is necessary to have the most efficient irrigation system available for each type of crop, soil type, topography, capital and climatic conditions of the site where it is installed, so it was established as an objective of this work to determine the degree of efficiency of different irrigation systems. To this end, a systematic review of the literature was carried out: books, journal articles such as Scielo, Redalyc, Dialnet, Scopus, among other academic documents, in order to summarise the main ideas and findings over time. The results showed that there is no irrigation system that can be used for all types of crops, topography and soil type, but it is necessary to increase the degree of irrigation technification in the agricultural sector, in addition to the implementation of techniques that make water use more efficient, for which it is necessary that the public and private sectors invest resources so that the agricultural sector migrates towards technification and better water use.

**Keywords:** efficiency, technification, irrigation technologies, water productivity

*Artículo recibido 20 julio 2024*

*Aceptado para publicación: 10 agosto 2024*



## INTRODUCCIÓN

Con base en las bajas precipitaciones que se han registrado en la última década, la importancia del agua ha adquirido un papel aún más relevante para la sociedad (OCDE, 2016). En México, la provisión de agua para consumo humano se considera como un asunto de seguridad nacional, sin embargo, el agua subterránea, no se considera sustentable debido al agotamiento de una proporción importante de los acuíferos del país, en donde la extracción supera a la recarga. La principal actividad en la que se utiliza el agua consultiva es el uso agrícola que demanda aproximadamente el 77 % de este valioso recurso (CONAGUA, 2019).

Los primeros indicios sobre el manejo del agua con fines de irrigación para la agricultura se encontraron en Egipto y Mesopotamia hace aproximadamente 6000 años. Para hacerlo se tiene registro de que modificaban el curso de los ríos, lo cual permitía un suministro para la sociedad y sus actividades productivas, lo cual dio origen a las civilizaciones sedentarias como las conocemos en la actualidad. Estas técnicas mejoraron al utilizar una fuente de agua superficial (ríos, presas, represas, etc.), y no fue hasta la primera revolución industrial de 1847 cuando en un asentamiento mormón de la Cuenca del Gran Lago Salado de Utah, surge la tecnología conocida como riego tecnificado, donde se implementó la extracción de agua del subsuelo por medio de bombas y tuberías, lo que inició la innovación de los primeros sistemas de riego (aspersión, microaspersión, entre otros).

Más de un siglo después surge el riego de precisión moderno (riego por goteo), desarrollado por el ingeniero israelí Simcha Blass (1959), el cual, sin lugar a duda, se trata del desarrollo tecnológico más avanzado hasta la actualidad (en materia de riego agrícola) siendo es el más utilizado para el ahorro de agua, ya que logra una eficiencia aproximada de hasta el 95 %, al ser un 10 % más eficiente que los demás tipos de riego tecnificado y hasta un 45 % de riego superficial.

La UNESCO en el 2016 señaló que el empleo del agua para uso agrícola es deficiente, debido a que el 54 % utilizado no se aprovecha adecuadamente (Carrillo-Huerta y Gómez, 2020), lo que implica una pérdida cuantiosa de recursos económicos invertidos para su extracción, por lo que es necesario efficientizar su uso (Moya, 2017). Con base en lo anterior, para seleccionar la técnica de riego adecuada se deben considerar una serie de factores tales como: el tipo de cultivo, tipo de suelo, fuente de

abastecimiento de agua, recursos financieros, entre otros; por lo tanto, el objetivo de este artículo fue determinar el grado de eficiencia de los diferentes sistemas de riego.

## **METODOLOGÍA**

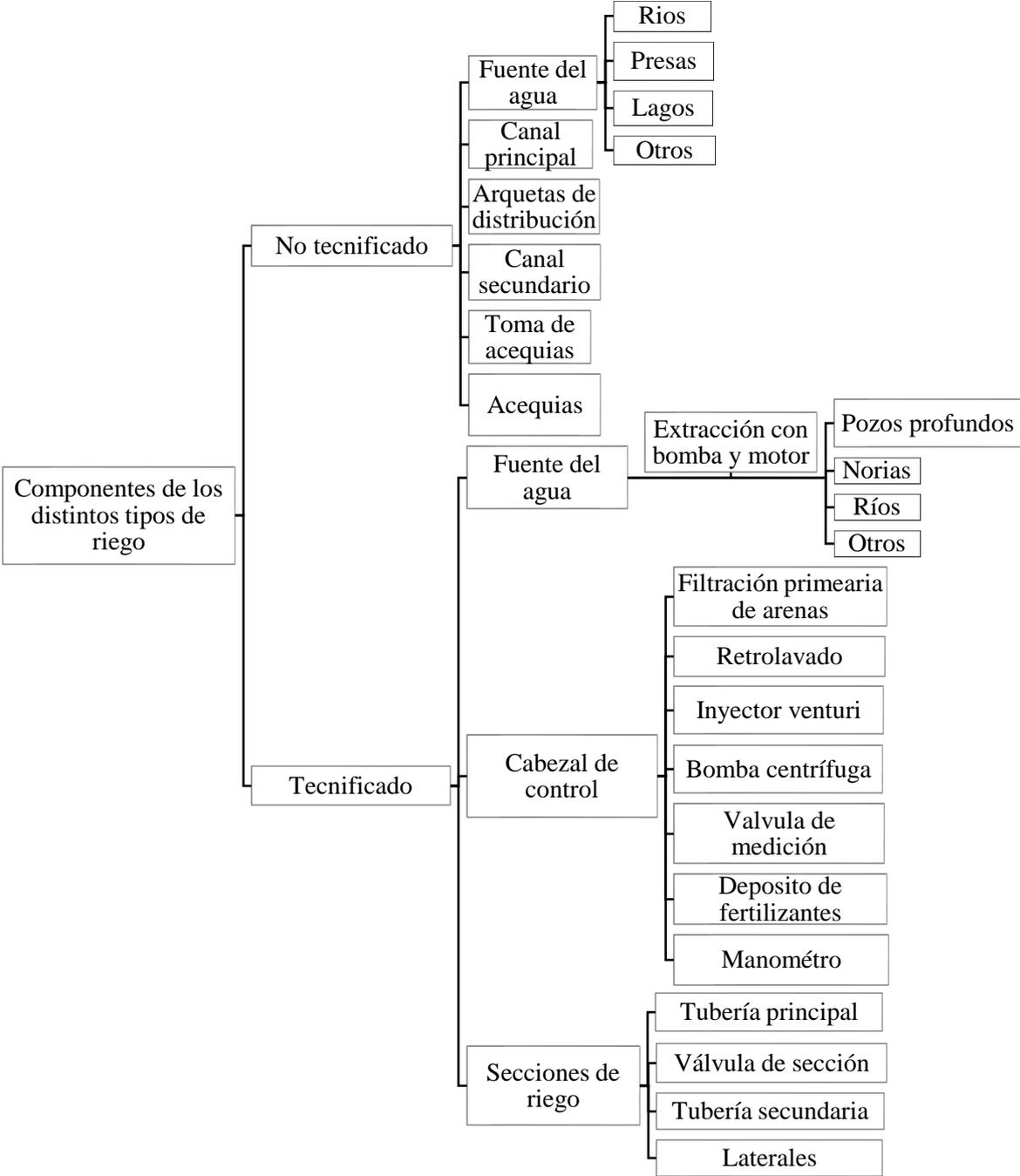
El presente estudio se sustenta en una metodología cualitativa mediante la selección y revisión de artículos científicos especializados sobre los distintos tipos de riego. Se examinaron algunos criterios que permitieron obtener una visión más clara del tema analizado. Ventajas y desventajas de cada sistema de riego, cultivos donde se deben implementar y compararlos para dar una base sólida para poder brindar información amplia y precisa sobre el tema analizado.

Para poder obtener el estado del arte de los sistemas de riego se procedió a realizar una búsqueda de las fuentes de datos utilizadas para la revisión bibliográfica, las cuales implican: libros, artículos de revistas como Scielo, Redalyc, Dialnet, Scopus, entre otros documentos académicos, para sintetizar las ideas principales, hallazgos y debates relevantes en este campo académico que enriquezcan el tema abordado. Además, se abordaron tres subtemas principales dentro de los sistemas de riego convencionales, los cuales están clasificados como: a) riego superficial, b) riego tecnificado por aspersión y c) riego tecnificado localizado y/o goteo.

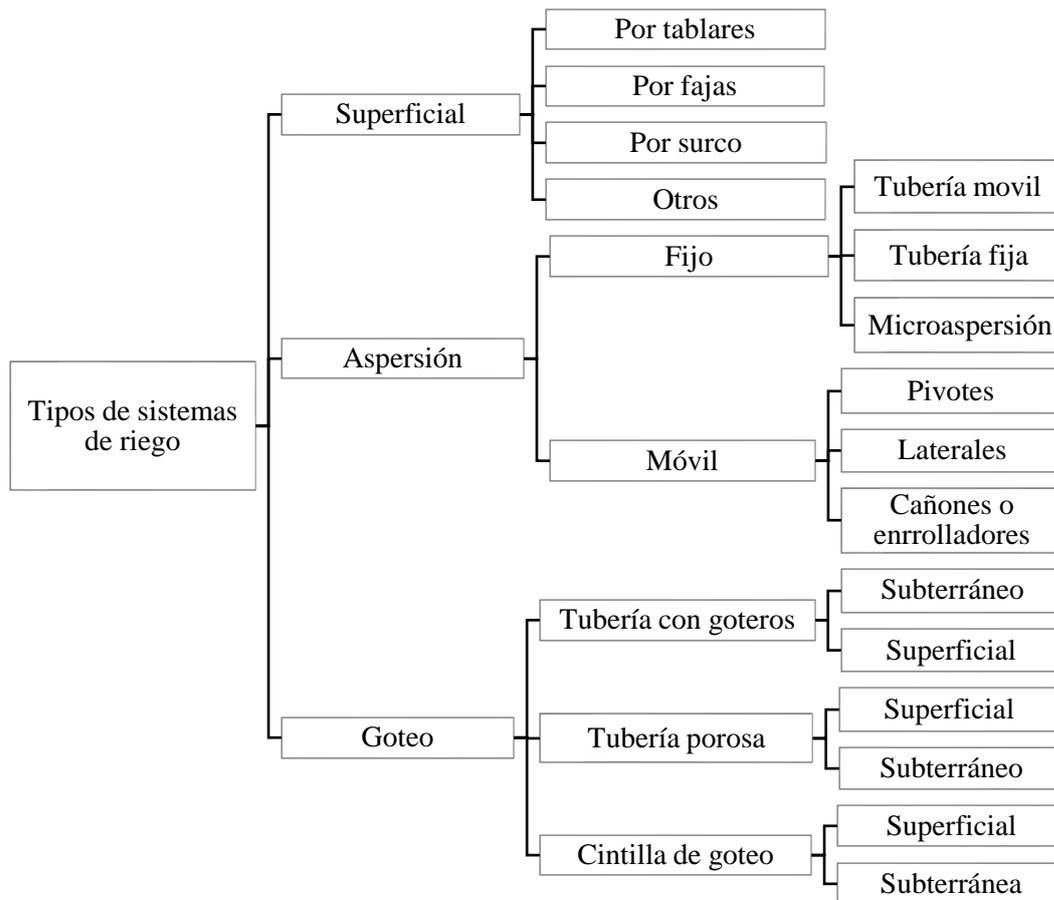
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La selección de un método de riego debe basarse en criterios que tienen relación con el cultivo, el suelo, la topografía, los recursos financieros, la fuente de agua, el clima, la disponibilidad de mano de obra, así como las labores agronómicas, manejo del riego y administración de la parcela en general. Si se requiere implementar un sistema de riego superficial se debe considerar el costo de acondicionamiento de tierras (nivelado y trazado). Por otro lado, la adopción de un método de riego por aspersión o riego localizado implica altos costos de instalación del equipo y costos mínimos de desarrollo físico de las tierras. De manera que a continuación se presentan los componentes básicos que deben contener los diferentes tipos de riegos.

Figura 1. Componentes de un sistema de riego



**Figura 2.** Tipos de sistemas de riego



### Riego superficial

Es una técnica de riego tradicional que aún hoy día predomina en la agricultura de irrigación a nivel mundial, consiste en la inundación permanente o parcial de una zona delimitada, es decir, se encuentra rodeada de montículos de suelo llamados bordos, este tipo de riego ha permitido en algunos casos controlar las malas hierbas y en zonas montañosas han ayudado a prevenir la erosión del suelo, deslizamientos de tierra y a controlar las inundaciones en épocas de lluvias intensas (FAO, 2022). Promueve la percolación y la recarga de las capas freáticas, tiende a la neutralidad del pH del suelo, que incrementa la solubilidad y disponibilidad de los principales nutrientes (Nitrógeno y Fosforo), además de ayudar a amortiguar los cambios de temperatura (Portero, 2016). Por otra parte, la FAO (2022) menciona, que este sistema necesita de grandes volúmenes de agua, lo que implica a su vez riesgos de contaminación química del manto freático a través de la lixiviación, aunado a esto se emiten grandes cantidades de metano debido a las condiciones anaerobias a que se somete el suelo durante el establecimiento del cultivo, un ejemplo es el cultivo de arroz, ya que se ha determinado que tiene la

capacidad de absorber arsénico, en forma inorgánica que es considerada la forma más tóxica en el ambiente (FDA, 2016).

La eficiencia del riego superficial se ve comprometida desde la conducción y distribución por la red de riego hasta la aplicación en la parcela, esta última engloba el tipo de suelo y desnivel, estos siendo determinantes para elegir el tipo de riego por superficie (tablas, surcos, inundación, entre otros), pero también el manejo del riego (caudal, tiempo de corte, habilidad del regante) (Ruíz Sánchez *et al.*, 2016). Es común que al riego superficial se le relacione con valores de eficiencia bajos, de alrededor del 50 %, sin embargo, Arbat *et al.* (2016) determinaron una eficiencia de hasta el 82 % en una parcela comercial de planta ornamental y que contaba con suelo aluvial. Existen algunas variantes del riego superficial como lo son el riego por tablares, por melgas y por surcos (con pendiente y a nivel), a continuación, se describen cada una de ellas.

### **Riego por tablares**

En este sistema el terreno se debe dividir en compartimentos rectangulares o cuadrados llamados tablares o canteros los cuales están separados por diques o caballones, dentro de ellos se vierte el agua, esta queda estancada y va infiltra en el suelo, por lo cual, el terreno debe estar completamente nivelado o con una pendiente menos a 3 grados en todos los sentidos. El tamaño de los compartimentos será determinado por el caudal disponible, pendiente y/o por la textura del suelo, ya que, en suelos arenosos los compartimentos deben de ser más pequeños, además, si el agua se corta demasiado tarde se presenta un importante encharcamiento en la parte baja que pone en peligro la producción y la supervivencia del cultivo; por el contrario, si el agua se corta demasiado pronto, pueden producirse riegos incompletos (Pantoja y Muñoz, 2016). Este tipo de riego es propicio para cultivos que resisten encharcamientos temporales, donde la eficiencia y uniformidad, suele ser alta si se maneja de una adecuada manera, pudiendo superar el 90 %.

### **Riego por melgas**

En este tipo de riego el terreno se divide en franjas rectangulares estrechas también llamadas melgas, estas son delimitadas mediante caballones, este tipo de riego en la parte superior cuenta con las acequias de abastecimiento y en el extremo inferior se encuentran los canales de desagüe, por lo que, el agua escurre a lo largo de las melgas formando una lámina delgada la cual se va infiltrando de una manera

lenta, por lo cual, la pendiente debe ser uniforme y de forma longitudinal, las pendientes recomendadas oscilan entre 0.2 y 0.5 %, sin embargo, en suelos arcillosos se deben disponer las melgas con pendientes prácticamente imperceptibles, en suelos arenosos la pendiente no deberá ser mayor de un 20 %. Con un caudal de 0.33 L/s/m puede ser la solución en zonas de ladera ya que, permite valores de eficiencia altos (70-80 %) (Puppo *et al.*, 2018).

## **Riego por surcos**

### **Riego por surcos con pendiente**

Esta técnica de riego consiste en el establecimiento de surcos paralelos, por los cuales se infiltra el agua por el fondo y costados de los mismos, por lo cual, es necesario contar con una buena separación entre surcos, ya que esta asegurará la correcta irrigación de todo el suelo, esta separación dependerá principalmente de la textura del suelo, ya que, en suelos arcillosos el agua se expande lateralmente con mayor facilidad que en los arenosos, en los que el agua tiende a desplazarse en profundidad, por lo que los surcos pueden estar más separados en el primer caso. Para determinar la longitud de estos se deben tener en cuenta dos factores: la eficiencia de la aplicación y el costo de la realización de los surcos, ya que, mientras más largos sean, más fácil y barato resulta surcar el suelo, sin embargo, la eficiencia del uso del agua será menor. Por lo cual se aconseja realizar los surcos lo más largo posible, sin que se produzca erosión del suelo y se consiga una eficiencia de al menos 70 % (Durán y García-Petillo, 2007). Para poder conducir el agua hacia las parcelas, el agua se debe aplicar en cada surco independientemente en la zona de cabecera utilizando diferentes métodos:

- a) Derivación directa es cuando el agua va directamente desde la acequia de abastecimiento hasta los surcos.
- b) Derivación mediante una acequia auxiliar: es una acequia o canal paralelo al de alimentación que se utiliza para evitar la apertura de varias salidas en esta acequia, sin embargo, cuando la acequia de alimentación es de obra de fábrica (PVC o aluminio), las salidas están limitadas y es necesario realizar una acequia auxiliar para poder tener una salida para cada unidad de riego.
- c) Derivación mediante sifones: Los sifones son tubos rígidos o flexibles que pueden estar fabricados en diversos materiales, aluminio, plástico, goma, etc. con ellos se traspasa el agua desde la acequia hasta cada surco individualmente, para lo cual es preciso que la acequia esté más elevada que

el surco. El caudal que descarga cada sifon depende de su diametro y la de la diferencia de altura entre acequia y surco, denominada carga del sifon. El diámetro de los sifones puede ser muy variable dependiendo de la práctica habitual de cada zona pero suelen estar comprendidos entre los 20 y los 60 mm.

**Ilustración 1.** Sifones agrícolas



d) Derivación mediante tuberías portátiles: Estas suelen ser de aluminio, PVC o polietileno, van provistas de salidas espaciadas que coinciden con la separación de los surcos. Estas salidas pueden ser simples orificios de un determinado diámetro, de acuerdo con el caudal deseado.

**Ilustración 2.** Multicompuertas



### **Riego por surcos a nivel**

En esta variante de riego superficial, el trazado de los surcos se realiza dentro de un tablar, por ello, presenta ventajas tanto del riego por tablares como el de surcos con pendiente, eliminando la escorrentía del riego por surcos en pendiente.

Al estar el agua canalizada mediante el uso de surcos, se puede aplicar una dosis de agua inferior a la necesaria para el riego por tablar, sin embargo, es el método más recomendado para los terrenos con

poca capacidad de retención de agua (arenosos), donde se pueden alcanzar eficiencias de riego del 65 % (Durán y García-Petillo, 2007).

### **Ilustración 3. Riego por surcos a nivel**



### **Riego por aspersión**

El riego por aspersión es un sistema poco empleado, sin embargo, contribuye al uso eficiente del agua (FAO, 2022). Su implementación permite un ahorro aproximado del 55 % de agua con relación al riego superficial. Es un método diseñado mecánicamente, es decir, es necesario contar con una bomba para que la presión generada haga que el recurso del agua se movilice. En este sistema no hay necesidad de que el suelo este nivelado, por ello se pueden controlar la cantidad de riego que se quiere aportar dependiendo el tipo de cultivo y su correspondiente etapa fenológica. Sin embargo, la inversión inicial para la compra de equipo, el posterior mantenimiento y los requerimientos de energía para su funcionamiento resultan costosos, llegando a sobrepasar en algunos casos hasta un millón de pesos, por otra parte, el nivel de humedad que se genera al utilizar este tipo de riego, puede llegar a ocasionar que el terreno se humedezca por completo causando deficiencias y hasta la muerte de algunas plantas, además, en este tipo de riego el clima es fundamental, ya que el viento hace difícil que la distribución del agua sea uniforme disminuyendo la eficiencia de riego (Palomino, 2009).

### **Sistemas fijos**

En este tipo de sistemas las tuberías primarias y secundarias deben ir de forma subterránea, quedando expuestas únicamente sobre el terreno las conexiones rápidas de los elevadores de los aspersores, estos se encuentran instalados a través de todo el campo, este tipo de sistema se ha visto favorecido por la evolución de los plásticos que permiten tuberías de diámetro más pequeño que las primeras que se

utilizaban como las de fibrocemento. Por lo cual, sus componentes son: una fuente de agua que cuenta con un sistema de bombeo, filtros, tuberías de PVC principales y secundarias colocadas de manera subterránea, válvulas para controlar el flujo del agua y aspersores de 360 ° estos últimos en su interior cuenta con una boquilla, esta es la encargada de regular el gasto de agua.

#### **Ilustración 4.** Aspersión fija



#### **Sistemas de riego móviles**

Para el caso de este tipo de sistemas de riego se clasifican en móviles y semimóviles, ya que, ambos tipos cuentan con movimiento lateral, frontal, circular, entre otros, sin embargo, en los sistemas móviles no se tienen ninguna parte fija teniendo movimientos frontales y laterales, en cambio los semimóviles se encuentran unidas a un punto fijo, esto hace que tengan movimientos circulares.

Sus componentes están conformados por una fuente de agua que cuenta con un cabezal de control, tuberías de PVC principales y secundarias colocadas en la superficie, válvulas para controlar el flujo del agua y aspersores de 360° estos últimos en su interior cuenta con una boquilla, esta es la encargada de regular la cantidad de agua que se gasta.

#### **Ilustración 5.** Aspersión móvil



### **Riego por aspersión portátil**

El riego por aspersión portátil es un sistema que simula a la lluvia al llevar agua a las plantas a través de tuberías y pulverizadores llamados aspersores. Estos aspersores, bajo una presión determinada, elevan el agua para que luego caiga en forma de gotas sobre la superficie. Por lo cual, se tienen una buena uniformidad de riego, además, es un sistema automático, lo que permite regar sin necesidad de estar presente, esto representa un ahorro de tiempo y trabajo. Sin embargo, este tipo de riego presenta una uniformidad de alrededor del 80% y una eficiencia de aplicación del 76 % (Buendia *et al.*, 2004). Está conformada por una fuente de agua que cuenta con un cabezal de control, tuberías de PVC principales las cual cuenta con salidas y válvulas para controla la dirección y el flujo del agua ha estas son conectadas las tuberías secundarias colocadas de manera superficial donde posteriormente están los aspersores de 360° estos últimos en su interior cuenta con una boquilla, esta es la encargada de regular la cantidad de agua que se gasta.

#### **Ilustración 6. Aspersión portátil**



### **Riego por microaspersión**

Este sistema aplica el agua sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, es decir, el agua se pulveriza y se distribuye por el aire y cuando cae a tierra humedece una superficie cuyo radio abarca desde los 0.5 a 3.5 metros, aunque en algunos modelos el alcance es superior, logrando una uniformidad de un 90 % y eficiencia del 85 %, este tipo de sistema está diseñado tanto para cultivos leñosos como para cultivos herbáceos (Morabito *et al.*, 2006). Es recomendado para suelos muy permeables, ya que, la humedad en este tipo de suelos tiende a ser profunda y con un diámetro de mojado limitado. Este sistema está compuesto por un cabezal de control, tuberías principales y secundarias de manera

subterránea, cruceros divisores para regular el flujo y dirección del agua, líneas regantes y un microaspersor.

#### **Ilustración 7. Microaspersión**



#### **Riego por pivote central**

Este sistema de riego fue inventado en 1950 en Estados Unidos, consta de una línea lateral de aspersores, comúnmente de 400 m de longitud y se mueve en círculo alrededor de un punto fijo, este tipo de sistemas se emplea generalmente para dar riegos complementarios o de auxilio, donde su eficiencia de riego es de aproximadamente 82% (Leira *et al.*, 2003).

Está conformada por una fuente de agua que cuenta con un cabezal de control, tuberías de aluminio o PVC principales las cual cuenta con salidas a una Pirámide del Pivote, aquí se encuentran válvulas para controla la dirección y el flujo del agua, ha estas son conectadas tuberías secundarias las cuales van sobre una estructura llamada Pivote Central, de esta descenden aspersores o emisores de 360° estos últimos en su interior cuenta con una boquilla, esta es la encargada de regular la cantidad de agua que se gasta.

#### **Ilustración 8. Pivote central**



## Riegos laterales

Este sistema también conocido como “ranger”, su estructura es muy parecida a la de un pivote central, con la diferencia que el ala de riego tiene una dirección perpendicular a la orientación lateral. Uno de los extremos del ala sirve de captación de agua y energía eléctrica, con la cual es autopropulsado. Las tomas de agua suelen ser de manguera flexible o por medio de un canal a su paralelo, la electricidad debe ser suministrada de igual manera, por lo que se cuenta con grandes extensiones de cables lo cual ocasiona mayor dificultad de instalación y funcionamiento. Este tipo de riego implementa los aspersores de forma lateral, estos se mueven a la misma velocidad, en una dirección perpendicular a la orientación lateral (Fernández *et al.*, 2010).

## Cañón viajero

El cañón viajero es una herramienta utilizada en la agricultura para el riego de grandes extensiones de tierra. Están instalados sobre un carro o patín adaptable a distintas anchuras y alturas, según lo requiera el cultivo, y conectado al suministro de agua mediante una manguera. Este sistema consiste en un cañón que se mueve a lo largo de una línea de riego, impulsado por la presión del agua en su interior, es decir, el cañón viajero está conectado a una tubería principal de agua que suministra el agua y la presión necesaria, a medida que el cañón se mueve, el agua es rociada a través de una boquilla en la base del cañón, cubriendo grandes áreas de tierra en un patrón de 180°. Los cañones llegan a tener bandas de riego de más de 100 metros de anchura y de hasta 1000 metros de largo (Fernández *et al.*, 2010). Con estas características logra obtener una uniformidad y eficiencia del 77 a 79 % (Gonzalez, 2015).

### Ilustración 9. Cañón viajero



## Side roll

Es un sistema de riego capaz de funcionar perfectamente en la mayoría de los suelos planos y en cultivos de bajo porte, en cultivos altos como la caña de azúcar y el maíz, después de determinada etapa de desarrollo, no es sugerido su uso. Se compone de tubos de aluminio acoplados rígidamente y montados sobre ruedas de gran tamaño en el cual la misma tubería actúa como un eje, además, cuenta con una unidad de accionamiento que contiene un motor a gasolina y una transmisión con marcha, con dicho mecanismo los cambios de posición se pueden realizar cada determinado tiempo. Algunas características de este sistema son: el riego de tierras pesadas donde otros tipos de sistemas mecanizados fallan, además, es ideal para la producción de pastizales, algodón, alfalfa, sorgo, pasto, heno, cereales, algodón, papas, zanahorias, fresas, siembras bajas de hilera donde su eficiencia de aplicación va desde un 65 a un 85% (Buendía *et al.*, 2004).

### Ilustración 10. Side roll



## Riego por goteo

Es el sistema ampliamente utilizado para mejorar la eficiencia y ahorrar agua, ya que, suministra el agua al cultivo en forma de gotas (Monge, 2018), esto permite emplear fertilizantes y el agua de manera localizada directo a la raíz, controlar los ciclos de riego y ajustarlos a las necesidades del cultivo y suelo, dado que no cuenta con algún sistema mecanizado no es necesario el control o supervisión constante, sin embargo, pueden llegar a obstruirse tanto los goteros como los filtros, dosificadores, etc., esto ocasionaría una pérdida en la eficiencia del sistema. Con este tipo de sistemas de riego se puede lograr una eficiencia superior al 90 %, aunado a esto con un buen manejo del sistema se han logrado obtener ahorros de hasta el 50 % con técnicas como el secado parcial de la zona radicular (Stagno *et al.*, 2024)

### **Tuberías con goteros integrados**

Es un sistema de riego por goteo especialmente indicado para regar plantas que estén plantadas en el suelo, comúnmente presenta una separación de 20-33 cm entre goteros y se extienden hasta 75 m de longitud, este tipo de riego se implementan en árboles, arbustos, flores y hortalizas. El caudal más utilizado es de dos litros por hora.

### **Tubería porosa**

Es un tipo de tubería fabricada que tiene micro-agujeros en toda su superficie. Logrando ahorrar hasta un 50% del agua de manera superficial y de hasta el 70% de manera subterránea. La presión más adecuada es de entre los 0.5 y los 0.8 bares, siendo el caudal de 6-9 L/h.

### **Cintilla**

La cinta de riego o cintilla recibe su nombre al ser una manguera de pared ultradelgada. Posee la capacidad de enrollarse y hacerse plana, lo que conlleva al término “cinta”. Ésta cuenta con goteros a cada cierta distancia para distribuir agua y nutrientes a cada planta de la producción. Los grosores más comunes en cintilla de riego son los calibres 5, 6, 8 y 10 mil, que son ideales para los cultivos de hortalizas, sin embargo, también existen calibres más gruesos: 13, 15, 18 mil utilizados en cultivos perennes y riegos subterráneos (como cultivos de caña y alfalfa). El calibre de la cinta de riego afecta directamente en el tipo de uso y tiempo de vida, los calibres delgados por lo general se aplican sobre el terreno y uso de un solo ciclo.

### **Ilustración 11. Goteo**



## CONCLUSIONES

Se puede hacer un uso eficiente del agua en la agricultura, aún en un sistema de riego por gravedad (eficiencia de 50 a 60 %) con algunas pequeñas modificaciones como: la nivelación de terreno, la implementación de multicompuertas, de mangas de riego, riego por surco alterno, entre otras, permiten aumentar la eficiencia, y lograr hasta un 82 %.

Por otro lado, los sistemas de riego tecnificados (aspersión y goteo) que por diseño permiten el ahorro de agua de hasta un 50 % y eficiencias de aplicación de hasta un 90 %, pueden presentar ciertas desventajas debidas a factores como: el viento, la fuente de abastecimiento de agua, tipo de cultivo, tipo de suelo, costos de instalación y operación, y topografía del terreno entre otros, por ello es de suma importancia considerar lo anterior previo a la elección de un sistema de riego. Por ejemplo, a pesar de que el riego por goteo es el sistema mejor evaluado dentro los riegos tecnificados, no es recomendable su implementación para todos los cultivos y tipos de suelo. De manera que, finalmente se puede concluir que independiente del grado de tecnificación con el que se cuente, la agricultura de irrigación debe ser apoyada con recursos de los diferentes sectores productivos (públicos y privados) con la finalidad de que la totalidad de superficie de riego con la que se cuenta pueda migrar hacia algún sistema de riego tecnificado, que a su vez permita aumentar la productividad del agua y de la tierra, permitiendo con ello, coadyuvar a una seguridad alimentaria y lograr producir más con menos agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbat, G., Puig-Bargués, J., Duran-Ros, M., Borragán, J., & Ramírez de Catagena, F. (2016). Irrigation performance and gross water productivity in furrow-irrigated ornamental tree production. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9 (2), 627- 640.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3663932>
- Buendia E., J. C., Palacios V., E. y Chavez, J. (2004). Importancia de la Evaluación Hidráulica en los Sistemas de Riego Presurizados. <http://ceer.isa.utl.pt/cyted/mexico2006/tema>, 203.
- Carrillo-Huerta, Mario Miguel, & Gómez Bretón, Enrique. (2020). La tecnología en el uso sostenible del agua para riego en México. El caso del acuífero de Tecamachalco, Puebla, 2017. *Panorama económico (Ciudad de México)*, 15(30), 27-56. <https://doi.org/10.29201/pe-ipn.v15i30.250>

- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2019). Estadísticas del Agua en México 2019. [files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAM\\_201.pdf](https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAM_201.pdf).
- Durán, P. J., & García-Petillo, M. (2007). Desarrollo de tecnologías apropiadas para riego por surcos en terrazas paralelas y tierras con pendiente. *Ingeniería del agua*, 14(3), 187-198.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2022). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point*. FAO. Italia. 393 p.
- FDA (Food and Drug Administration). (2016). *Arsenic in Rice and Rice Products Risk Assessment Report*. Available at <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/RiskSafetyAssessment/default.htm>
- Fernández G., R., Oyonarte G., N., García B., J., Yruela M., M., Milla M., M., Ávila A., R., y Gavilán Z., P. (2010). *Manual de Riego para Agricultores Módulo 3: Riego por Aspersión*. Sevilla, España: Signatura Ediciones de Andalucía S.L. [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160240Riego\\_por\\_aspersion.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160240Riego_por_aspersion.pdf)
- Gonzalez H., J. J. (2015). Uniformidad del patrón de distribución en un aspersor gran cañon de tipo turbina.
- Leira, R. P., Alfonso, E. J., López, J. F. C., Casteñes, G. L., & García, C. A. (2003). Un estudio de evaluación de la aplicación del riego en sistemas por pivote central. *Tecnología y ciencias del agua*, 18(3), 45-53.
- Monge Redondo, M. A. (2018). *Diseño Agronómico e Hidráulico de Riegos Agrícolas a Presión*. Agrícola Española, S.A.
- Morabito, J. S., Salatino, C., Mirábile, Y. y Guillén, D. (2006). Riego por micro aspersión de nogal en Chilecito, La Rioja: Necesidades de riego y estrategias de manejo (2da parte). *Mendoza: III Jornada de Actualización en Riego y Fertirriego (Instituto Nacional del Agua)*.
- Moya Talens, J. A. (2017). *Manual Básico de cultivo localizado Riego y fertirrigación*. Ediciones Mundi-Prensa.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (2016). *Water policy reforms in Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia*. Recuperado de [https://issuu.com/oecd.publishing/docs/euwi\\_report\\_layout\\_english\\_w\\_forewo\\_562e57765c2174](https://issuu.com/oecd.publishing/docs/euwi_report_layout_english_w_forewo_562e57765c2174)

- Palomino V., K. (2009). *Riego por aspersión*. StarBook.
- Pantoja Rosero, L. M., y Muñoz, M. A. (2016). Revisión bibliográfica del sistema de riego por superficie.
- Portero, M. (2016). Producción integrada del arroz en el sur de España. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Fundación Caja Rural del Sur.  
[https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337159674arroz\\_baja.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337159674arroz_baja.pdf)
- Puppo, L., Aguerre, M., Camio, G., Hayashi, R. & Morales, P. (2018). Evaluación del riego por melgas en los suelos del sur del Uruguay. Uso del modelo WinSRFR. *Agrociencia (Uruguay)*, 22(2), 79-92. <https://doi.org/10.31285/agro.22.2.12>
- Ruiz-Sánchez, M., Muñoz-Hernández, Y., & Polón-Pérez, R. (2016). Manejo del agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) por trasplante, su efecto en el rendimiento agrícola e industrial. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 178-186.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362016000300020](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000300020)
- Stagno, F., Brambilla, M., Rocuzzo, G., & Assirelli, A. (2024). Water Use Efficiency in a Deficit-Irrigated Orange Orchard. *Horticulturae*, 10(5), 498.
- UNESCO. 2016. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2016: agua y empleo.  
<http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/>.