



**CRHIAM**

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

ANID/FONDAP/15130015

ANID/FONDAP/1523A0001

# RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO

Constanza Venegas / Eduardo Holzapfel / Nicole Uslar / Camilo Souto / Gladys Vidal



Universidad de Concepción

Serie Comunicacional CRHIAM

## **SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM**

Versión impresa ISSN 0718-6460

Versión en línea ISSN 0719-3009

### **Directora:**

Gladys Vidal Sáez

### **Comité editorial:**

Sujey Hormazábal Méndez

María Belén Bascur Ruiz

### **Serie:**

Riego por goteo superficial y subterráneo.

Constanza Venegas, Eduardo Holzapfel, Nicole Uslar,

Camilo Souto y Gladys Vidal.

Mayo 2024.

### **Agradecimientos:**

Centro de Recursos Hídricos  
para la Agricultura y la Minería  
(CRHIAM)

ANID/FONDAP/15130015

ANID/FONDAP/1523A0001

Victoria 1295, Barrio Universitario,

Concepción, Chile

Teléfono +56-41-2661570

[www.crhiam.cl](http://www.crhiam.cl)



Universidad de Concepción

# RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO

Constanza Venegas / Eduardo Holzapfel / Nicole Uslar / Camilo Souto / Gladys Vidal



## SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM

### PRESENTACIÓN

El Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería -Centro Fondap CRHIAM- está trabajando en el tema de "Seguridad Hídrica", entendida como la "capacidad de una población para resguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para el sustento, bienestar y desarrollo socioeconómico sostenibles; para asegurar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con ella, y para preservar los ecosistemas, en un clima de paz y estabilidad política" (ONU-Agua, 2013).

La "Serie Comunicacional CRHIAM" tiene como objetivo potenciar temas desde una mirada interdisciplinaria, con la finalidad de difundirlos a los tomadores de decisiones públicos, privados y a la comunidad general. Estos textos surgen como un espacio de colaboración colectiva entre diversos investigadores ligados al CRHIAM como un medio para informar y transmitir las evidencias de la investigación relacionada a la gestión del recurso hídrico.

Con palabras sencillas, esta serie busca ser un relato entendible por todos y todas, en el que se exponen los estudios, conocimiento y experiencias más recientes para aportar a la seguridad hídrica de los ecosistemas, comunidades y sectores productivos. Agradecemos el esfuerzo realizado por nuestras y nuestros investigadores, quienes han trabajado de forma mancomunada y han puesto al servicio de la comunidad sus investigaciones para aportar de forma activa en la búsqueda de soluciones para contribuir a la generación de una política hídrica acorde a las necesidades del país.

Dra. Gladys Vidal  
Directora de CRHIAM

## DATOS DE INVESTIGADORES



### Constanza Venegas

Ingeniera Civil Agrícola  
Universidad de Concepción.



### Eduardo Holzapfel

PhD en Ingeniería,  
Universidad de California Davis, Estados Unidos.  
Profesor Titular/Emérito, Facultad de Ingeniería Agrícola,  
Universidad de Concepción.  
Investigador Asociado CRHIAM.



### Nicole Uslar

Ingeniera Civil Agrícola.  
Doctor of Philosophy in Biological Systems Engineering.  
Profesor Asistente  
Universidad de Concepción.



### Camilo Souto

Ingeniero Civil Agrícola.  
Doctor en Ingeniería Agrícola.  
Profesor Asistente  
Universidad de Concepción.



### Gladys Vidal

Doctora en Ciencias Químicas.  
Programa en Biotecnología Ambiental,  
Universidad Santiago de Compostela, España.  
Profesora Titular Facultad de Ciencias Ambientales,  
Universidad de Concepción. Directora CRHIAM.

## RESUMEN

Este estudio analiza los sistemas de riego por goteo superficial y subterráneo, tomando como base diferentes investigaciones. Los antecedentes permitieron establecer que la forma del frente de humedad (bulbo húmedo) aumenta la eficiencia y uniformidad de aplicación del agua, además la eficiencia en el uso del agua tiende a ser mayor en riego por goteo subterráneo. Las principales diferencias entre ambos sistemas son que, en riego por goteo subterráneo, los laterales van enterrados (10 a 50 cms), con colectores de descarga para el lavado de las tuberías y los emisores poseen tecnología antiraíz y antisucción. En el manejo la principal diferencia está en la inspección del funcionamiento de los emisores. Los antecedentes permiten concluir que el riego por goteo subterráneo posee ventajas principalmente asociadas a la eficiencia en el uso del agua, a pesar de tener un mayor costo inicial de inversión, sin embargo, a largo plazo los beneficios podrían justificarlo, considerando la alta eficiencia que posee el sistema de riego si se maneja de forma adecuada, por su parte, el riego por goteo superficial presenta ventajas en la facilidad de operación y control de los emisores.

## INTRODUCCIÓN

El riego tiene como objetivo principal suministrar la cantidad de agua requerida por los cultivos o frutales para reponer la pérdida de humedad generada, debido a la evapotranspiración y la carencia de precipitaciones, considerando: i) que la agricultura consume entre un 70 y 80% del agua dulce disponible, ii) que el escenario medioambiental actual tiende a tener períodos prolongados de sequía, y iii) que la presión sobre el uso eficiente del agua en la agricultura es cada vez mayor; es relevante hacer uso eficaz del agua, incorporando sistemas de riego que nos permitan un óptimo uso de este recurso.

Implementar a nivel predial sistemas de riego con alto nivel de tecnificación, permite un uso eficaz de los recursos hídricos disponibles, aumentando el área a ser regada, optimizando el uso de los fertilizantes y mano de obra, generando incrementos en la producción, haciendo uso eficiente de los recursos y previniendo la contaminación de los acuíferos causada por el riego de los cultivos o frutales (Holzapfel, 2014).

Dentro de los sistemas de riego presurizado podemos encontrar el riego por goteo, que puede ser superficial o subterráneo, este último también denominado subsuperficial o SDI por sus siglas en inglés (*Subsurface drip irrigation*). El uso de los sistemas de riego por goteo en los cultivos se ha convertido en una práctica frecuente a medida que pasan los años, ya que se considera un sistema que permite una mejor gestión del riego y la sustentabilidad agrícola bajo condiciones adecuadas de manejo, diseño y operación. Este sistema consiste básicamente en emisores enterrados o colocados en la superficie del suelo que descargan el agua de manera constante. La principal ventaja de los sistemas de riego por goteo es que suministran agua y nutrientes al suelo en pequeñas cantidades con variadas frecuencias, permitiendo mantener un volumen de suelo parcialmente humedecido en condiciones óptimas para el crecimiento de los cultivos (Cote *et al.*, 2003).

El riego por goteo superficial y subterráneo posee un funcionamiento similar, siendo la instalación su mayor diferencia. Esto involucra posibles ventajas o desventajas entre ambas modalidades, por lo que es necesario profundizar a través de un análisis comparativo general ambos sistemas de riego por goteo.

## ANTECEDENTES GENERALES

El riego por goteo consiste básicamente en el transporte de agua por presión a través de tuberías y/o cintas de riego que pueden ir ubicadas en las superficies próximas al cultivo o enterradas. Desde los emisores o goteros, parte fundamental del sistema, se aplican pequeños volúmenes de agua de forma constante y uniforme a cada planta a lo largo de todo el predio, generando un volumen de suelo regado denominado bulbo húmedo.

---

## FRENTE DE HUMEDAD DEL SUELO, USO DE AGUA Y PRODUCCIÓN EN RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO

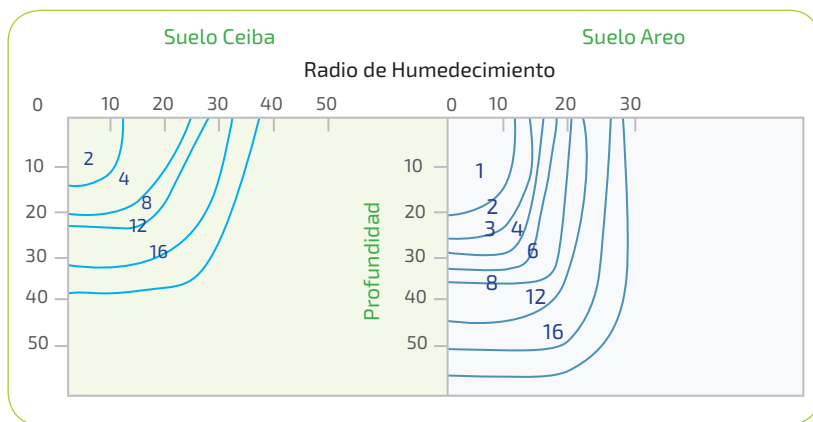
### 1. Frente de humedad

Determinar las dimensiones del sector humedecido del suelo que genera un emisor, ya sea en riego por goteo superficial o subterráneo, es de suma importancia, ya que nos permite una mejor localización del agua a la planta, lo que se traduce en un incremento de la eficiencia y uniformidad de aplicación.

Gil-Marín (2001) determinó la forma y dimensiones del bulbo húmedo en suelos de textura arenosa y arcillosa con fines de diseño en riego por goteo superficial. Para la realización del estudio, montó un sistema de riego por goteo superficial, el cual estaba constituido por emisores integrales de 1 Litro/hora ( $L h^{-1}$ ), separados a una distancia de 1 m entre sí, y otro con emisores de 2, 4 y  $10 L h^{-1}$  de botón separados a una distancia de 1,5 m entre sí para evitar el traslape de los bulbos. Se ensayaron tiempos de aplicación de 1, 2 y 3 h ( $T_1$ ,  $T_2$ , y  $T_3$ , respectivamente).

Finalizado el riego, Gil-Marín (2001), confeccionó una calicata y procedió a medir el diámetro de humedecimiento a 15 cm de profundidad y a la profundidad total para poder trazar con mayor exactitud la forma del bulbo húmedo. En la Figura 1 se observa la forma del bulbo húmedo obtenida con los diferentes caudales, en suelos arenoso y arcilloso.

La velocidad de infiltración, como era de esperar, fue menor en el suelo arcilloso al compararla con el suelo arenoso.



**Figura 1.**

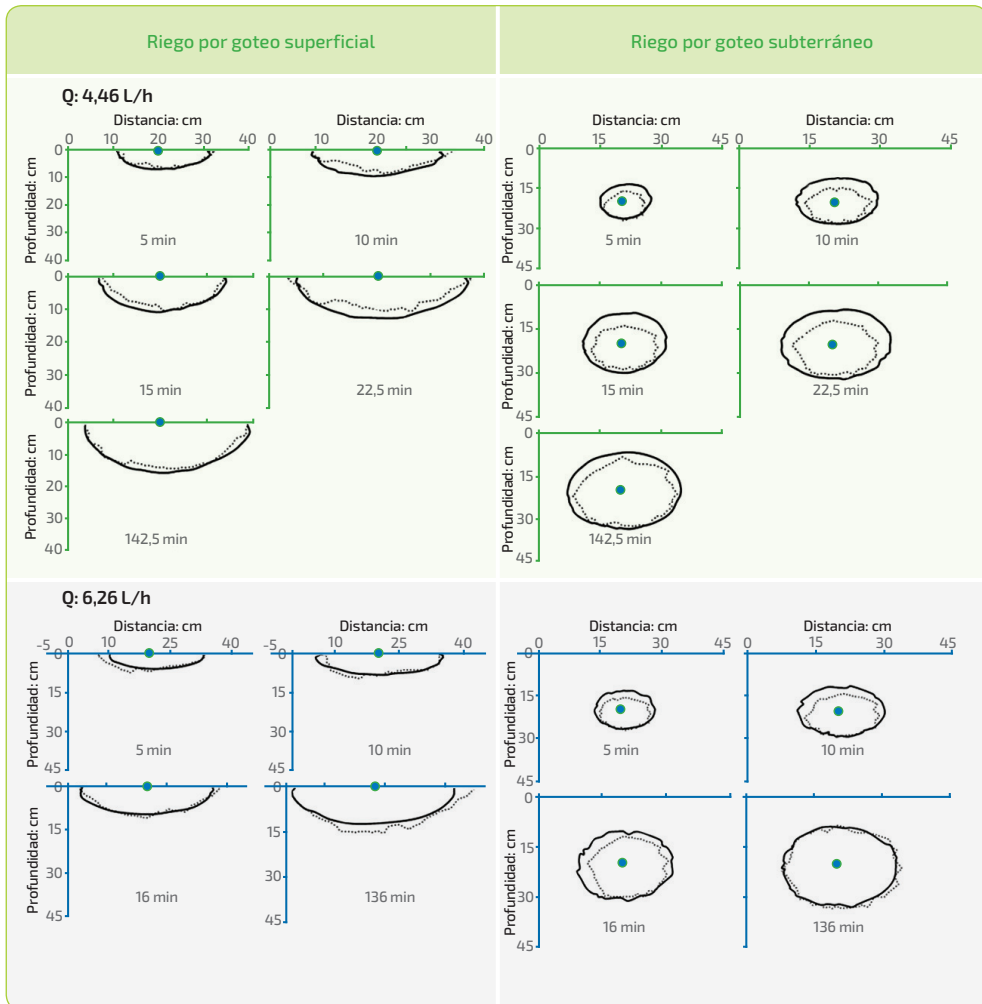
Forma del bulbo húmedo obtenida, suelo arcilloso (izquierda) y suelo arenoso (derecha). Fuente: Gil-Marín, (2001).

Gil-Marín (2001) concluyó que a partir de los 10 L de aplicación de agua, el diámetro de humedecimiento en el suelo arenoso tiende a estabilizarse en aproximadamente 50 cm, esto implica, por ejemplo, que en caso de tener hortalizas o frutales de desarrollo radical superficial, el espaciamiento entre emisores debe ser de 45 cm, lo que permite tener un suelo adecuadamente humedecido y un traslape aproximado de bulbos de un 10%. En el caso del suelo arcilloso el espaciamiento es de 60 cm, lo que conlleva a un menor número de emisores por hectárea que en el suelo arenoso.

Por otro lado, Monjezi *et al.* (2013) realizaron estudios con el objetivo de determinar la forma del bulbo húmedo en sistemas de riego por goteo superficial y subterráneo en suelos limosos, basándose en datos experimentales de laboratorio y simulaciones elaboradas con el software Hydrus-2D. Los tratamientos consideraron un caudal de entrada constante de 4,46 y 6,26 L h<sup>-1</sup>, bajo tiempos de riego de 16 y 22,5 min. En cada tratamiento empleado marcaron y midieron las dimensiones del bulbo húmedo durante y después del riego.

Una de las conclusiones más relevantes de este estudio fue que la forma del bulbo húmedo para el riego por goteo superficial es un elipsoide truncado y esférico para el riego por goteo subterráneo. Las simulaciones mostraron un comportamiento muy eficaz para estimar el frente de humedad en suelos limosos con un emisor.

La representación del frente de humedad observado y simulado para el riego por goteo superficial y subterráneo, con caudales de 4,46 y 6,26 L h<sup>-1</sup>, se presenta a continuación en la Figura 2.



**Figura 2.**

Frente de humedad del suelo observado (línea continua) y simulado (línea discontinua) para el riego por goteo superficial (DI) (izquierda) y el riego por goteo subterráneo (SDI-1P) (derecha) con una descarga de 4,46 L h<sup>-1</sup> y 6,26 L h<sup>-1</sup>. Fuente: Monjezi *et al.*, (2013).

Durante y después de los eventos de riego para los tratamientos de riego por goteo superficial (DI) y subterráneo (SDI-1P), el área mojada fue mayor para una caudal de 4,46 L h<sup>-1</sup> que para un caudal de 6,26 L h<sup>-1</sup>. Un menor caudal implica tiempos de riego más prolongados, por lo que el avance de humedad es mayor, sin embargo, un caudal mayor implica tiempos de riego menores para un mismo volumen de agua aplicado, y el frente de humedad muestra una menor extensión.

Finalmente, Reckmann *et al.* (2022) considera que para diseñar un sistema de riego es importante conocer la forma del bulbo húmedo, ya que permite determinar la distancia entre emisores en la línea de riego y entre laterales, cuando hay más de uno por hilera. En riego por goteo subterráneo, la forma del búlbo húmedo es esférica, mientras que por goteo superficial toma la forma de una elipse truncada. Asimismo, como se mencionó anteriormente, la textura del suelo tiene un efecto importante.

La forma del bulbo húmedo depende de factores como el caudal del emisor, tiempo de riego y la textura del suelo. Este último es el parámetro que más influye en la forma del bulbo húmedo tal como se muestra en las Figuras 3, 4 y 5.

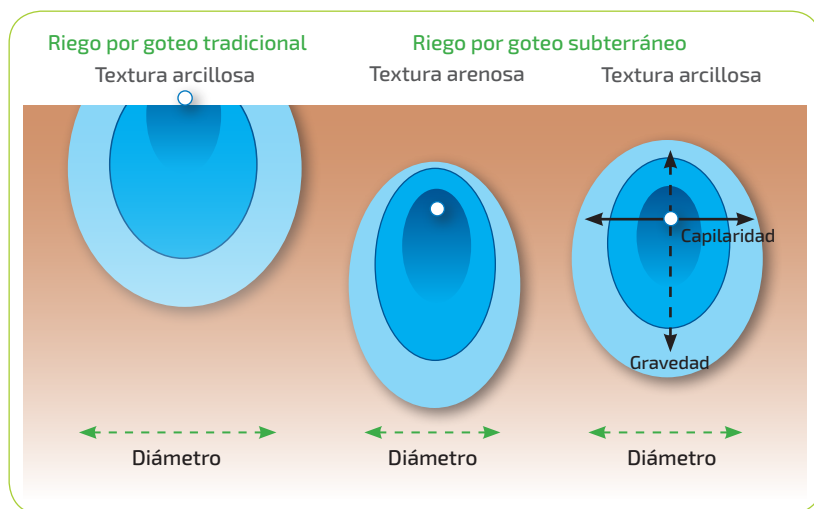


Figura 3.

Bulbo de humedecimiento bajo un emisor en riego por goteo superficial y subterráneo. Fuente: Reckmann *et al.*, (2022).



Figura 4.

Bulbo húmedo bajo un emisor, para goteo enterrado en un cultivo de maíz. Fuente: Reckmann *et al.*, (2022).



Figura 5.

Bulbo húmedo bajo un emisor, para goteo superficial en un cultivo de arándano. Fuente: elaboración propia.

### 2. Uso de agua y producción

Quezada (2019) realizó una comparación de riego por goteo superficial y subterráneo en tomate industrial con nano-burbujas y sin nano-burbujas. Los resultados revelaron que la producción de tomates fue mayor en el riego con nano-burbujas que sin ellas, y también fue mayor al regar por goteo de manera superficial que subterránea. En cambio, el contenido de humedad en el suelo fue mayor al regar los tomates con el sistema subterráneo.

En general, la producción no muestra grandes diferencias entre los sistemas de riego por goteo. Lo que sí es posible de establecer es que el cultivo aprovecha mejor el agua disponible en el riego por goteo subterráneo, esto asociado a que, al estar enterrados los goteros, deberían disminuir las pérdidas por evaporación, sin embargo, esta diferencia al parecer no ha sido un factor determinante en la producción de cultivos.

---

### IMPLEMENTACIÓN DEL RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO

En los sistemas de riego por goteo, superficial y subterráneo, los equipos y accesorios utilizados son relativamente similares, aunque a pesar de sus semejanzas, dentro de sus componentes existen diferencias importantes que se describen a continuación en la Tabla 1. Los componentes básicos consisten en emisores, líneas de goteo, filtros, inyector de fertilizante, bomba y dispositivos de control y monitoreo, en la Tabla 2 se describen la instalación de los laterales en diferentes tipos de suelo.

**Tabla 1.**

Contrastes de equipos de riego por goteo superficial y subterráneo.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Emisor	Es el componente principal del riego por goteo, cumple la función de aplicar el agua a una tasa constante en un rango de 0,5 a 8 L h <sup>-1</sup> . Existe una diversidad de goteros en el mercado, entre los que podemos mencionar: autocompensado (permiten una distribución precisa sin que afecten las fluctuaciones de presión o topografía en el rango de diseño), no autocompensado, de inserción o integrales. En los sistemas de riego por goteo subterráneo se requieren goteros autocompensados y antisucción, pero también los hay con repelente de raíz (ICR). El sistema ICR corresponde a un herbicida de liberación lenta y de baja movilidad en el suelo, incorporado al emisor, que tiene una vida útil de 10 años impidiendo la intrusión de las raíces en el sistema.
Tuberías	En riego por goteo subterráneo, las líneas de goteo se instalan con un tractor conectado a un arado llamado topo, además se debe usar un GPS para que su posición se establezca con precisión según sea necesario. Los laterales se entierran generalmente a una profundidad entre 15 a 50 cm, suelen ser instalaciones permanentes, el grosor de las tuberías juega un papel importante ya que determinará la vida útil del sistema de riego por goteo subterráneo, por lo general un mayor grosor implica una mayor vida útil. La cosecha, la textura del suelo, las raíces y la presencia de roedores son las consideraciones principales al determinar la profundidad a la cual se entierra la línea de goteo.
Colector de descarga	La mayoría de los sistemas de riego subterráneo permanentes utilizan colectores de descarga para lavar líneas simultáneamente.

**Tabla 2.**

Profundidad de instalación de emisores en riego por goteo subterráneo.

Textura del suelo	Profundidad de instalación bajo la superficie	Observaciones
Areno-francoso y Franco-arenoso	15 a 20 cm	Estos suelos se benefician con riegos breves y frecuentes, la capacidad de almacenaje del suelo es pequeña.
Franco-limoso y Franco-Arcilloso	20 a 25 cm	Los riegos pueden ser menos frecuentes, la capacidad de almacenaje de agua de estos suelos es alta.
Arcilloso	25 a 30 cm	Los riegos pueden ser menos frecuentes, la capacidad de almacenaje de agua de estos suelos es muy alta.

Fuente: Romero, (2022).

La Figura 6 muestra tipos de emisores para goteo subterráneo y la Figura 7 la instalación de los laterales enterrados.

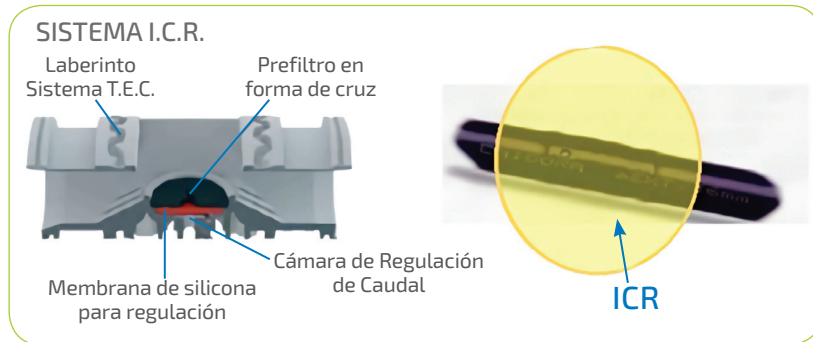


Figura 6.

Gotero antisucción y repelente de raíz (izquierda), sistema anti-raíz ICR (inhibidor del crecimiento radicular) (derecha). Fuente: Romero, (2022).



Figura 7.

Instalación de laterales de riego por goteo subterráneo por tractor con arado topo. Fuente: Lamm *et al.*, (2006); Romero, (2022).

Las Figuras 8 y 9 ilustran un esquema con las diferencias en la implementación de ambos sistemas de riego. Para el sistema de riego por goteo subterráneo cada zona debe tener manómetros y válvulas de alivio de aire/vacío en lugares apropiados a lo largo de las cabezeras y líneas de descarga. En ocasiones, los controles de la zona disponen de regulación de presión y filtración adicionales. El aumento de la velocidad de descarga se consigue dividiendo cada zona en dos áreas con líneas de descarga separadas.

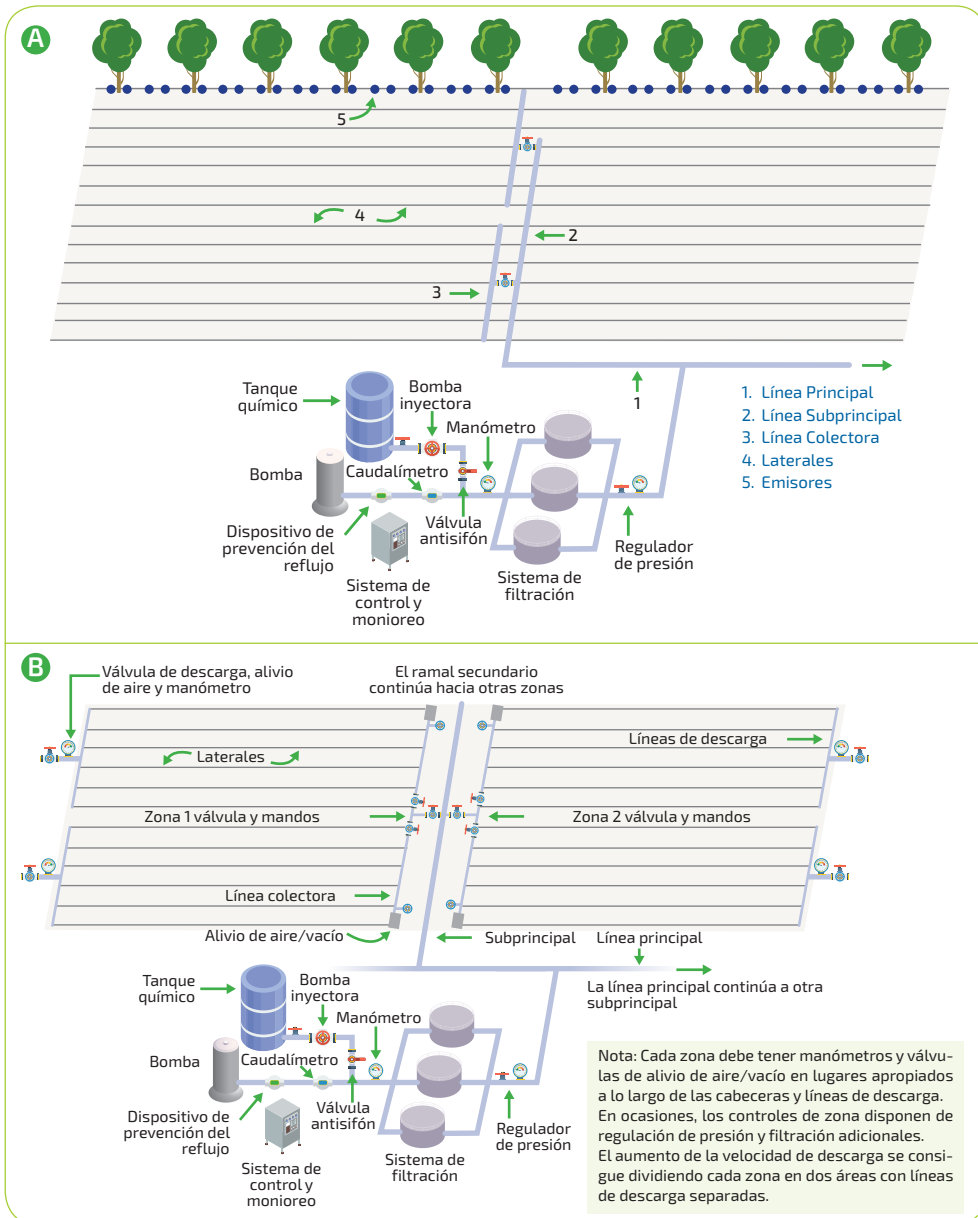


Figura 8.

Esquema de un sistema de riego por goteo superficial (A) y un sistema de riego subterráneo (B). Fuente: Lamm *et al.*, (2006).

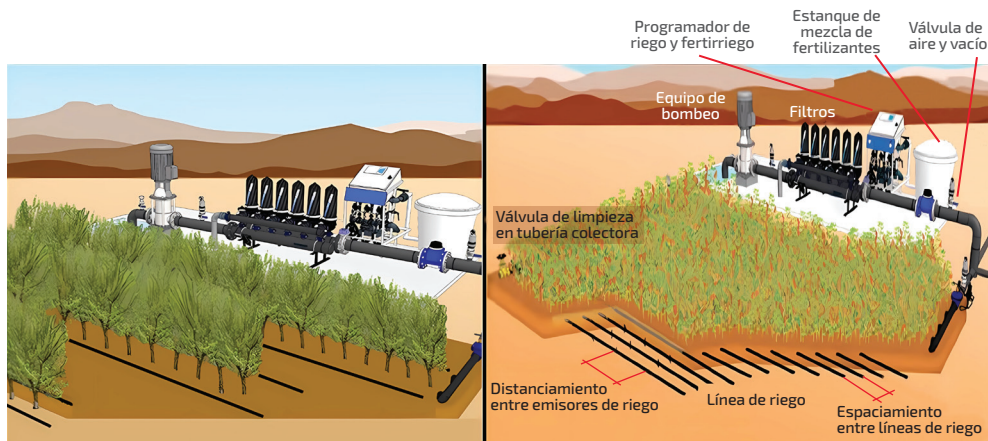


Figura 9.

Sistema de riego por goteo superficial (izquierda) y un sistema de riego subterráneo (derecha). Fuente: elaboración propia; Reckmann *et al.*, (2022).

Entre las ventajas del sistema de riego subterráneo con el riego por goteo superficial, en cuanto a su implementación, se pueden mencionar las siguientes:

- El uso de aguas residuales para riego está permitido, ya que no existe contacto con la superficie evitando la contaminación de los cultivos, personas y animales, la principal aplicación es en jardinería urbana.
- Mejor control de las enfermedades en el tallo de las plantas (fungosas y bacterianas) al no humedecerse la superficie, así como la proliferación de malezas.
- Reducción de la mano de obra, en control de la posición y recogida de líneas de goteo y el almacenaje de las tuberías entre campañas de riego. La realización de las tareas agrícolas como el uso de maquinaria es más expedito debido a que están enterradas, se evitan daños por el paso de animales y vandalismo. Además, al ir enterradas las tuberías no se exponen a la radiación solar aumentando la vida útil del sistema de riego.

En tanto, algunas desventajas son:

- La intrusión de raíces o roedores en las tuberías genera problemas en el sistema.
- Capacidad para determinar visualmente una falla en el sistema. La única alternativa serían los indicadores de presión y caudal.
- En el sistema de riego por goteo subterráneo la rotación de cultivos está limitada, ya que al cambiar de cultivo el marco de plantación no necesariamente puede coincidir.

## MANEJO Y MANTENIMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO

Antes de implementar un sistema de riego por goteo superficial o subterráneo es preciso realizar un programa de riego. Este consiste en determinar el inicio del riego, la cantidad de agua a aplicar y el tiempo que estará funcionando el sistema. Además, es importante incluir tiempos de inyección de fertilizantes, mantenimiento de filtros, lavado de las líneas de goteo y tratamientos de agua, para mitigar los efectos negativos en el riego.

Implementada la programación de riego, comienza el proceso de funcionamiento del equipo, este es similar en ambos sistemas de riegos, superficial y subterráneo. A continuación, se describe brevemente los pasos generales para el buen manejo del sistema:

1. Pevio a poner el equipo en marcha es necesario realizar un dragado al pozo, si es que esa es la fuente de agua. Un pozo nuevo o uno que ha permanecido sin uso durante la temporada baja, puede descargar arena en la puesta en marcha, lo cual puede provocar una sobrecarga del sistema de filtración haciendo que en repetidas ocasiones se desencadene un ciclo de autolavado improductivo.
2. Limpieza de las tuberías laterales y principales antes de poner en marcha el sistema. Durante la temporada de cultivo, los sistemas deben lavarse regularmente.
3. Hay que hacer una prueba de funcionamiento del sistema y esperar hasta que esté totalmente presurizado y se descargue todo el aire.
4. Comprobar que todos los componentes del sistema funcionen correctamente: bombas, caudal de los emisores, controladores, válvulas, reguladores de presión, medidores, contadores de agua, sistema de filtros e inyectores de fertilizantes.
5. Elaboración de un registro de las lecturas de todos los manómetros y medidores de flujo comprobando la frecuencia del ciclo de retro lavado de filtros.

Un buen funcionamiento requiere una evaluación constante de la uniformidad del sistema de goteo, para ello es necesario medir constantemente presión y caudal. Ambos factores dan una buena idea del rendimiento del sistema, los cambios en la tasa de flujo o la presión se pueden utilizar para diagnosticar problemas.

La Tabla 3 detalla algunos de los problemas que pueden diagnosticarse mediante el monitoreo de la presión y el caudal del sistema.

**Tabla 3.**

Problemas diagnosticados a través del caudal y la presión del sistema.

SÍNTOMA	POSIBLE PROBLEMA
Disminución gradual del caudal	Obstrucción de gotero Posible desgaste de la bomba (verifique la presión)
Disminución repentina del caudal	Válvula de control atascada Falla en el suministro de agua
Aumento gradual en el caudal	Daño progresivo en la línea de goteo por plagas
Aumento repentino del caudal	Lateral o línea principal rotos Fallo del regulador de presión
Gran caída de presión a través de los filtros	Acumulación de residuos en filtros Limpieza inadecuada de los filtros
Disminución gradual de presión en la entrada del filtro	Degaste de la bomba o problemas de suministro de agua
Disminución repentina de presión en la salida del filtro	Lateral o línea principal rotos Fallo del regulador de presión o en el suministro de agua
Aumento gradual de presión en la salida del filtro	Obstrucción de gotero
Aumento repentino de presión en la salida del filtro	Válvula de control atascada Otras restricciones de flujo
Disminución repentina de presión en la línea principal	Lateral dañado o roto

Fuente: Netafim, (2014).

El mantenimiento del sistema se centra en la identificación de los factores que pueden conducir a la reducción del rendimiento del sistema de goteo, y los procedimientos para mitigar estos impactos negativos.

Para que funcione bien el sistema de riego por goteo es primordial el mantenimiento y gestión del sistema, mediante su evaluación constante.

Cabe señalar que, aunque se realice un buen mantenimiento es imposible pronosticar las fallas, el mantenimiento preventivo puede minimizar este tipo de situaciones, pero de todas maneras se debe considerar tiempo para realizar reparaciones y/o reemplazos de ser necesario de componente del equipo.

---

## COMPARACIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN INICIAL DEL RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO

Para establecer una comparación de costos, se evaluaron tres opciones de diseño de un equipo de riego por goteo, para una plantación de 15,52 ha de cerezos (Empresa Riego Chile, 2024):

1. El primer diseño corresponde a un sistema de riego por goteo superficial tradicional con las líneas de goteo ubicadas sobre la superficie.
2. El segundo diseño corresponde a un sistema de riego por goteo subterráneo con las líneas de goteo enterradas y con colectores finales para el lavado de las líneas.
3. El tercer diseño corresponde a un sistema de riego por goteo subterráneo sin colectores de descarga con las líneas de goteo enterradas. En este caso, al no tener colectores de descarga, el final del lateral sale a la superficie para el lavado de las líneas.

Bajo las condiciones expuestas se estimó el valor por hectárea de los sistemas de riego para las tres alternativas. En la Tabla 4 se muestra la comparación de los valores por hectárea de los sistemas de riego por goteo.

**Tabla 4.**

Costo de inversión inicial por hectárea de tres configuraciones de riego por goteo.

SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO	PRECIO (\$/ha)
Superficial tradicional	3.515.507
Subterráneo con colector de descarga	5.193.489
Subterráneo sin colector de descarga	4.793.864

---

## CONCLUSIONES

La incorporación de sistemas de riego por goteo subterráneo posee beneficios con respecto al riego por goteo superficial, asociado a la eficiencia en el uso del agua. Sin embargo, presenta problemas para la evaluación del funcionamiento de los emisores e incremento en los costos de implementación, lo cual es necesario evaluar para considerar su implementación. Sin embargo, ambos sistemas de riego poseen un manejo semejante.

La implementación de ambos sistemas de riego por goteo (subterráneo y superficial) implica altos costos de inversión inicial, aunque, si el sistema de riego se maneja de forma adecuada, a largo plazo los beneficios que conlleven justificarán esta inversión. La principal diferencia de implementación y manejo del riego por goteo subterráneo, en comparación con el superficial, es la incorporación de emisores que poseen un mecanismo antisucción y que evitan la intrusión de raíces, además de un colector de descarga que permite lavar simultáneamente todas las líneas de riego.

Determinar el frente de humedad del suelo que genera un emisor, ya sea en riego por goteo superficial o subterráneo, permitirá establecer el espaciamiento entre emisores y laterales de riego, lo que conlleva a un aumento de la eficiencia y uniformidad de aplicación del sistema.

El ahorro de agua por disminución de la evaporación de suelo en riego subterráneo no ha sido concluyente, en teoría se requiere de un menor volumen

de agua a aplicar, puesto que la evaporación de suelo disminuye al tener los laterales enterrados. Es conveniente que futuras investigaciones evalúen el ahorro de agua del sistema de riego por goteo subterráneo.

El mantenimiento constante de los componentes de ambos sistemas es fundamental para mantener altos niveles de eficiencia. La obstrucción de emisores afecta directamente la uniformidad de riego y la aplicación de fertilizantes o químicos (fertirriego). En el largo plazo el taponamiento de emisores es crítico para un sistema de riego por goteo, especialmente cuando es subterráneo.

La adopción de sistemas de riego subterráneo es incipiente en Chile, debido a la falta de conocimiento sobre los efectos productivos y económicos, sumando el mayor costo inicial de inversión. En el largo plazo, los beneficios podrían justificar esta inversión inicial considerando una mayor eficiencia del sistema de riego.

## REFERENCIAS

- Cote, C. M., Bristow, K. L., Charlesworth, P. B., Cook, F. J., and Thorburn, P. J. 2003. Analysis of soil wetting and solute transport in subsurface trickle irrigation. *Irrigation science*, 22(3-4), 143-156.
- Figueroa, J. P. 2009. El riego por goteo subterráneo en el mundo. *Chile Riego* (40), 18-23. Disponible en: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/20532>
- Gestiriego. 2022. *Terram NEO: Nuevo gotero cilíndrico autocompensante antisucción para riego subterráneo con sistema anti-raíz*. AENOR. Disponible en: [https://gestiriego.com/wp-content/uploads/2022/01/ficha\\_terramNEO.pdf](https://gestiriego.com/wp-content/uploads/2022/01/ficha_terramNEO.pdf)
- Gil-Marín, J. A. 2001. Forma y dimensiones del bulbo húmedo con fines de diseño de riego por goteo en dos suelos típicos de sabana. *Revista UDO Agrícola* 1(1), 42-47.
- Holzapfel J. E. y Holzapfel, E. 2014. Diagnóstico general de los sistemas de riego. *Revista Frutícola*, 35(1), 24-30.
- Holzapfel, E., Rivera, D. and Arumí J. L. 2020. *Tecnología de manejo de agua: Para una agricultura intensiva sustentable*. Universidad de Concepción.
- Lamm, F. R., Ayars, J. E. and Nakayama, F. S. 2006. *Microirrigation for crop production*. Elsevier Science. Disponible en: <https://shop.elsevier.com/books/microirrigation-for-crop-production/ayars/978-0-323-99719-5>
- Monjezi, M. S., Ebrahimian, H., Liaghat, A. and Moradi, M. A. 2013. Soil-wetting front in surface and subsurface drip irrigation. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - *Water Management*, 166(5), 272-284.
- Netafim. 2014. *Riego por goteo subterráneo Netafim: Realidad versus ficción*. Disponible en: <https://www.netafimusa.com/496d66/globalassets/literature-usa/new-folder/ltlb-s-fact-v-fiction-spanish.pdf>
- Netafim. 2015. *Una oferta completa de sistemas de riego: Cubre todas las necesidades de todos los agricultores*. Disponible en: <https://www.netafim.ec/assets/files/product-offering-brochure-spanish.pdf>

- Netafim. 2017. *Operación y mantenimiento del sistema de goteo: Procedimientos recomendados para un sistema de riego por goteo*. Disponible en: <https://www.netafimusa.com/bynder/C210A7CB-3076-4928-874F6E96CFE9DEFA-a012s-drip-system-ops-maint-spanish.pdf>
- Quezada Henríquez, L. A. 2019. *Comparación de riego por goteo superficial y subsuperficial en tomate industrial con y sin nano-burbujas* [Tesis]. Universidad de Concepción.
- Reckmann, O., Ibarra, D. y Ivelic-Sáez, J. 2022. *Capítulo 5: Diseño de riego subterráneo*. CIREN. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68621/Capitulo%205.pdf?sequence=6>
- Romero, J. 2022. TERRAM, Riego subterráneo.
- Romero, J. 2018. Sistema de riego subterráneo TERRAM para cítricos sedientos.
- Santizo, O. 2021. *Riego por goteo subterráneo (SDI) en el cultivo de alfalfa*. Netafim. Disponible en: <https://www.netafim.co.cr/4a0c0f/siteassets/webinar-sistema-de-riego-por-goteo-subterraneo-sdi-en-alfalfa-27-mayo.pdf>



**CRHIAM**

CENTRO DE RECURSOS HIDRÍCOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

ANID/FONDAP/15130015

ANID/FONDAP/1523A0001

# RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO



Universidad de Concepción



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA



Universidad del Desarrollo  
Universidad de Excelencia



Serie Comunicacional CRHIAM