

Año 2014
ISBN 978-987-521-512-2

Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego

Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones

 *Pablo E. Demin*



▪ Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Demin, Pablo Enrique

Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego : métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones. - 1a. ed. - San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca : Ediciones INTA, 2014.

28 p. : il. ; 28x21 cm.

ISBN 978-987-521-512-2

*1. Riego. 2. Agua. I. Título
CDD 333.91*

Fecha de catalogación: 21/05/2014



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
Centro Regional Catamarca - La Rioja

APORTES PARA EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO
Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones

AUTOR:

Pablo E. Demin

CORRECCIÓN Y DISEÑO:

Equipo de Comunicación EEA Catamarca

Sonia Alvarez Ocampo - Daniela Iriarte

Miriam Lencina - María Antonia Perea

PUBLICADO POR:

Proyecto Regional

*“Aportes al Desarrollo Territorial de la Puna
y Valles Áridos de Antofagasta de la Sierra,
Belén y Santa María, Catamarca”*

CON APOORTE DE:

Proyecto

*Desarrollo Institucional para la Inversión
FAO-PROSAP-UTF/ARG/017/ARG
financiado por el Banco Mundial*

COORDINADOR:

Luisa Brizuela

INFORMACIÓN:

Director EEA Catamarca:

Ing. Agr. Rodolfo Carlos Mansilla

Director del Centro Regional Catamarca-La Rioja:

Ing. Agr. (Ms. Sc.) Luis Martín Tomalino

CENTRO REGIONAL CATAMARCA - LA RIOJA

Estación Experimental Agropecuaria Catamarca

Ruta Prov. 33 km 4 | Sumalao | Valle Viejo | Catamarca | Argentina
C.P. 4705 | Tel. (0383) 4441323 - 4441192 | Web: www.inta.gov.ar/catamarca



ÍNDICE DE TEMAS

APORTES PARA EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

DESCRIPCIÓN	03
RIEGO	03
INFILTRACIÓN	04
TOPOGRAFÍA	05
> Canal de sección rectangular	06
> Canal de sección trapecial	06
> Ejemplo de cálculo de caudal de un canal	07
> Láminas de riego	07
MÉTODOS DE RIEGO	07
> RIEGO POR SUPERFICIE	07
>> Riego tendido	07
>> Riego por surcos	08
Cantidad de agua a aplicar	09
Situaciones normales tanto de riego por superficie como riego por melga	09
Variantes en el riego por surcos	
<i>Surcos en contorno o curvas de nivel</i>	10
Tazas	11
>> Riego por melgas	11
Problemas que suelen ocurrir en zonas con mucha pendiente	12
Recomendaciones para riego por superficie en situaciones con elevada pendiente	12
Conducción del agua	13
Conducción y distribución del agua dentro de la finca	14
> RIEGO PRESURIZADO	15
>> Riego por aspersión	16
>> Riego por microaspersión	16
>> Riego por goteo	17
BIBLIOGRAFÍA	20
AGRADECIMIENTOS	20



APORTES PARA EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

Pablo E. Demin*

DESCRIPCIÓN

En la producción agrícola la falta de humedad en el suelo afecta negativamente al cultivo y por lo tanto, a su rendimiento. Si el contenido de agua en el lote es bajo se la debe reponer para que las plantas la puedan absorber con facilidad. Esta reposición se realiza mediante el riego. Existen distintos métodos de riego, cada uno con ventajas y desventajas. Lo importante es lograr que el sistema de riego sea lo más eficiente posible para que quede más agua a disposición del cultivo. La elección del sistema a aplicar dependerá de cada situación particular. Los métodos de riego se pueden clasificar en: riego por superficie y riego presurizado. En el primero, se encuentran el riego por melga y el riego por surco. En el segundo se distinguen el riego por goteo, aspersión y microaspersión.

En el riego por surco el agua avanza por canales o surcos realizados en el suelo.

En el riego por melga el agua avanza por una superficie de suelo que se encuentra enmarcada por bordos; se utiliza mayor cantidad de agua que en el anterior.

En el riego presurizado el agua es conducida por tuberías y llega directamente a la planta o a las plantas. Dentro de esta clasificación, el riego por goteo permite que la planta sea regada gota a gota, pudiendo tener uno o varios goteros. En el riego por microaspersión el agua llega al cultivo en forma de una fina lluvia. Permite mojar una superficie mayor de suelo y funciona con una presión mayor que el goteo.

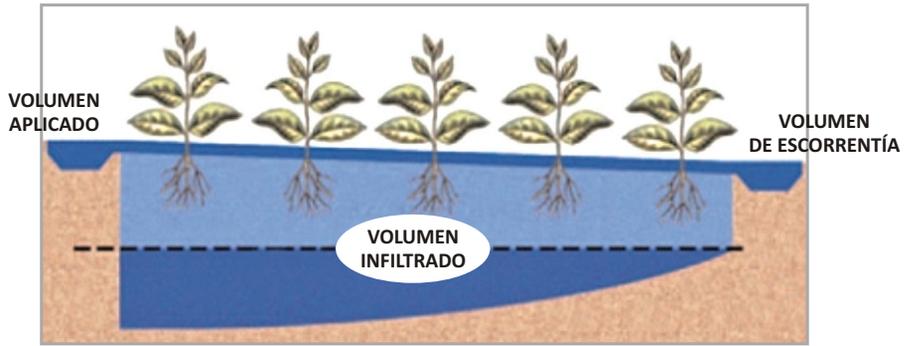
Con el riego por aspersión se aplica una gran cantidad de agua que cae en forma de lluvia sobre toda la superficie de cultivo. El sistema puede ser de baja presión o alta presión.

RIEGO

Los cultivos para poder crecer y desarrollarse necesitan absorber agua del suelo. Cuando el contenido de humedad es bajo se dificulta la absorción, por ello es necesario regar para reponerla y que quede disponible para las plantas. Existen diferentes métodos de riego. No existe uno mejor que otro sino que cada uno se ajusta mejor a cada situación en particular, aunque presentan diferencias en la eficiencia de aplicación del agua.

En riego, siempre se deben reducir las pérdidas de agua, haciendo un uso más eficiente de la misma. La eficiencia de riego es la cantidad de agua disponible para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en relación al total del agua que se aplicó.

En el riego por superficie comúnmente, en algunas partes del terreno, pueden existir pérdidas por infiltración profunda, llamada también percolación. En este caso queda agua por debajo de la zona de las raíces. También, se pueden presentar pérdidas por escurrimiento quedando partes del terreno sin recibir una adecuada provisión de humedad. Con todas estas pérdidas quedará una reducida cantidad de agua disponible para las plantas.



Fuente: Rafael Fernández Gómez et al. Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.

Para lograr minimizar las pérdidas, es necesario conocer las herramientas de las cuales depende el riego y su eficiencia que son la topografía y la infiltración del suelo, importantes en riego por superficie. Aprendiendo a usar estos dos parámetros se puede regar aprovechando al máximo el agua y en forma homogénea en el lote.

Parámetros a tener en cuenta para regar:

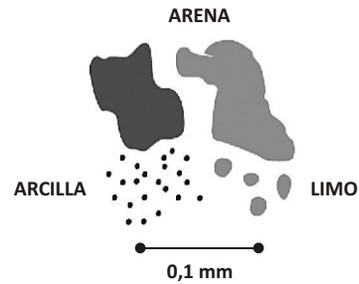
- 1) TOPOGRAFÍA
- 2) INFILTRACIÓN

☀ INFILTRACIÓN

Se llama infiltración al ingreso de agua en el perfil del suelo. Es importante porque nos determina la cantidad de agua que penetra en el suelo, la que va a escurrir por el terreno y la pérdida de suelo que puede existir que es el peligro de erosión. La infiltración del suelo depende de su textura, es decir de la proporción de cada uno de los componentes del suelo que son arena, limo y arcilla. Además depende de otros factores como presencia de materia orgánica, condiciones de laboreo y cultivos anteriores.

Partículas de suelo	Diámetro (mm)
Gravas y piedras	> 2,0
Arena	0,05 - 2,0
Limo	0,002 - 0,05
Arcilla	< 0,002

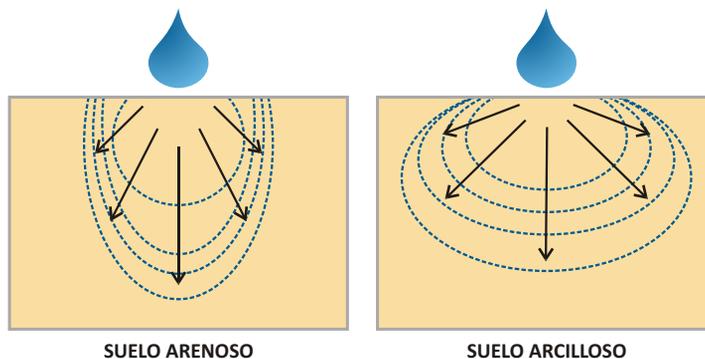
Fuente: Carrazón Alocén Julián (2007).



Fuente: Hillel (1980).

Como puede apreciarse en la siguiente figura, el patrón de infiltración difiere en función de diferentes texturas de suelo. En suelos arenosos el agua se mueve mayormente en profundidad y en menor proporción hacia los laterales. Por el contrario, en suelos arcillosos el agua se mueve en mayor medida hacia los laterales y en menor medida en profundidad.

PATRONES DE INFILTRACIÓN SEGÚN LA TEXTURA DEL SUELO



Fuente: Rafael Fernández Gómez et al. Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.

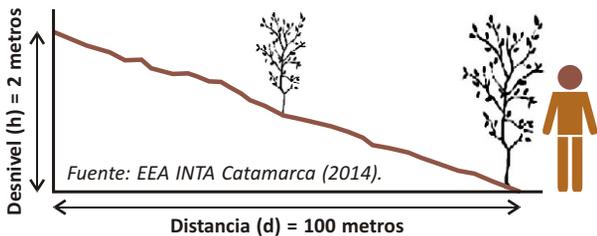
Una información importante a tener en cuenta es la velocidad de infiltración que es la rapidez con que ingresa el agua en el perfil. El conocimiento de este parámetro nos permitirá saber el tiempo de riego a utilizar, el tamaño de las unidades de riego y el caudal óptimo. Estos datos nos servirán para el diseño del riego.

Esta velocidad de infiltración es alta en los primeros minutos del riego, después de un tiempo siempre decrece dependiendo de las condiciones del suelo. Los métodos para medir la velocidad de infiltración en el suelo se basan en la inundación de una parte del suelo y reiteradas mediciones de la capa de agua que se encuentra sobre él. Uno de los métodos es el del infiltrómetro de doble anillo, otro es el de surcos infiltrómetros.

TOPOGRAFÍA

Una herramienta importante es la sistematización de los suelos, principalmente en el riego por superficie. Se debe lograr que el agua avance con una velocidad que sea un cuarto (¼) respecto de la velocidad de infiltración. Dicho de otra forma, el agua debe infiltrar más de lo que avanza. La utilidad de estas herramientas es que nos brindan datos para conocer las pendientes de los terrenos a regar. Se llama pendiente al desnivel entre 2 puntos dividido en la distancia y luego multiplicado por 100 para expresarlo en porcentaje:

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Desnivel (diferencia de altura entre dos puntos)}}{\text{Distancia}} \times 100$$



En este caso para calcular la pendiente:

$$\text{Pendiente} = \frac{2 \text{ metros}}{100 \text{ metros}} \times 100 = 2\%$$

Para medir los desniveles existen diferentes herramientas. Uno de ellas es el nivel de manguera, este método consiste en colocar una manguera con agua entre dos puntos del terreno y teniendo levantadas las dos puntas de la manguera medir en cada extremo la altura que queda entre el menisco de agua y el suelo. La diferencia en las alturas entre los dos extremos es el desnivel. Otra herramienta es el nivel óptico que tiene, básicamente, un anteojo astronómico y un nivel de

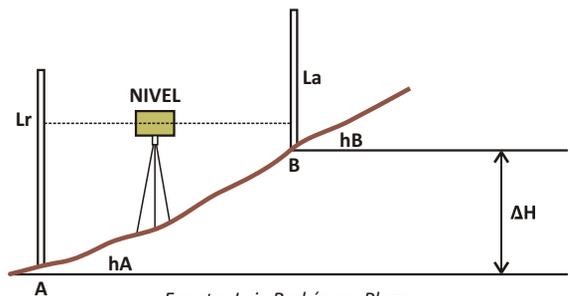
burbuja. Por último se puede mencionar al nivel tipo A, utilizado en laderas pronunciadas, que consta básicamente de dos varillas atravesadas por una tercer varilla (graduada) unidas en forma de A, que mediante una plomada, indican la pendiente.

1) Ej.: Nivel de manguera.



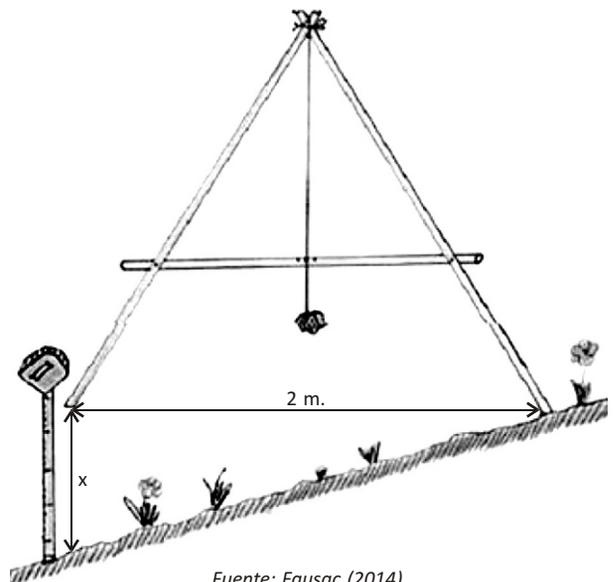
Fuente: Luis Rodríguez Plaza. Curso de Sistematización de Suelos. 2006.

2) Ej.: Medición de desnivel con nivel óptico.



Fuente: Luis Rodríguez Plaza. Curso de Sistematización de Suelos. 2006.

3) Ej.: Nivel tipo A.



Fuente: Fausac (2014).

La sistematización del suelo para el riego y una buena infiltración permitirá acumular agua en el perfil del suelo y tener una reserva ante una situación en la que los riegos sean poco frecuentes. Un aspecto a considerar es tratar siempre que el agua infiltre en el perfil y que el escurrimiento sea lo más bajo posible.

Antes de comenzar a ver los sistemas de riego necesitamos saber los caudales que estamos utilizando o queremos utilizar. Se entiende por caudal a la cantidad de agua que pasa por una acequia, compuerta o sale por una manguera en un determinado tiempo.

En la siguiente figura se observa un canal donde el caudal depende de la superficie de la sección transversal de la corriente de agua y de la velocidad del agua y el cálculo del caudal se realiza multiplicando estos dos factores.

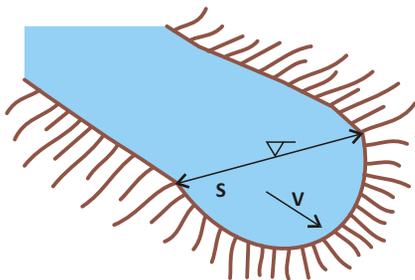
$$Q = S \times V$$

Donde:

Q= caudal.

S= sección de la corriente de agua.

V= velocidad del agua.

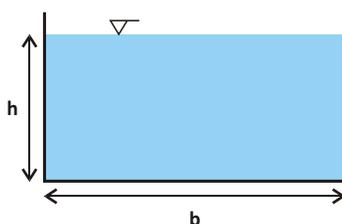


Fuente: Mario Basán. Curso de aforadores de corrientes de agua. 2008.

A mayor sección de un canal y mayor velocidad del agua, mayor será el caudal que pasa por este canal, o sea que pasa una mayor cantidad de agua en un determinado tiempo. Se expresa por ejemplo 20 litros/segundo.

Es importante conocer el caudal que conduce un canal ya que permite estimar el volumen total de agua que ingresa en la parcela. Para calcular el caudal es necesario determinar la superficie de la sección transversal del canal y la velocidad del agua.

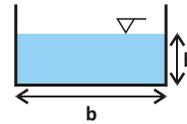
En el cálculo de la superficie de la sección del canal se considera altura de la sección del canal a la altura del nivel de agua, llamado también altura del pelo de agua o tirante (h).



Fuente: Igurovic. Hidráulica agrícola de conducción abierta. 2013.

La sección transversal del canal se calcula según su forma.

> Canal de sección rectangular:



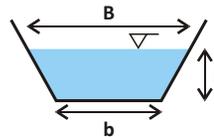
$$S = b \times h$$

Donde:

b= base.

h= altura del agua.

> Canal de sección trapezoidal:



$$V = \frac{B + b}{2} \times h$$

Donde:

B= lado mayor que es el ancho de la superficie o ancho del pelo del agua.

b= base o fondo del canal.

h= altura

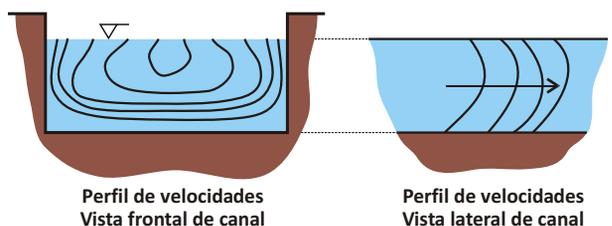
Una vez que conocemos la sección del canal calculamos la velocidad del agua. Para ello existen elementos de precisión como el molinete. Otra forma de determinar la velocidad del agua, bastante expeditiva, consiste en medir el tiempo que tarda en recorrer 10 metros de canal un corcho, palitos o elementos livianos que flotan.

La velocidad será:

$$V = \frac{10 \text{ metros}}{\text{Tiempo (segundos)}}$$

Esta velocidad se expresa en m/seg (metros por segundo).

La velocidad del agua en el medio del canal por donde avanza el corchito siempre es mayor que cerca de las paredes del canal. Esto se acentúa aún más si el canal está sucio. Por ello una forma de igualar la velocidad del agua en la sección es mediante el uso de un coeficiente C que será de 0,6 - 0,8 según si la superficie es muy rugosa o más lisa, respectivamente.



Fuente: Igurovic. Hidráulica agrícola de conducción abierta. 2013.

Luego se multiplica la sección y la velocidad determinadas anteriormente y el coeficiente de corrección C:

$$Q = S \times V \times C$$

Donde:

Q= caudal.

S= sección del canal.

V= velocidad del agua.

C= coeficiente que depende de la rugosidad del canal.

> Ejemplo de cálculo de caudal de un canal

En un canal rectangular de 1 metro de base (b) y un tirante (h) de 0,8 metros, el procedimiento del cálculo del caudal es:

1) El cálculo de la sección es:

$$S = 1 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 0,8 \text{ m}^2$$

2) Para el cálculo de la velocidad del agua se mide primero con el corchito el tiempo (T) que recorre los 10 metros, esto se lo realiza 3 veces y se promedia para minimizar el error.

$$T1 = 20 \text{ seg}$$

$$T2 = 19 \text{ seg}$$

$$T3 = 21 \text{ seg}$$

$$\text{Promedio del tiempo} = (20+19+21) / 3 = 20 \text{ seg}$$

La velocidad se la determina dividiendo los 10 metros en el promedio del tiempo:

$$V = 10 \text{ m} / 20 \text{ seg} = 0,5 \text{ m/seg}$$

3) El caudal se obtiene de multiplicar la sección determinada anteriormente por la velocidad y el coeficiente de corrección (0,7 en este caso):

$$Q = 0,8 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m/seg} \times 0,7 = 0,28 \text{ m}^3/\text{seg}$$

En general, el caudal suele expresarse en lts/seg (litros por segundo):

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros}$$

$$Q = 0,28 \text{ m}^3/\text{seg} \times 1000 = 280 \text{ lts/seg}$$

> Láminas de riego

En riego es necesario conocer el volumen total de agua que ingresa en la parcela de riego y la superficie de esta. Con estos datos se puede determinar la lámina de riego

aplicada que se expresa en milímetros (mm).

El volumen de agua que se aplica en la parcela se calcula a partir del caudal y el tiempo en que está ingresando. Por ejemplo si el caudal es de 50 lts/seg y el tiempo es de 4 horas, para conocer el volumen que ingresó se hace el siguiente cálculo:

$$\text{Volumen} = 4 \text{ horas} \times 3600 \text{ seg/hora} \times 50 \text{ lts/seg}$$

$$\text{Volumen} = 720.000 \text{ lts}$$

La superficie se expresa en m^2 , o también en hectárea (ha), la relación es:

$$1 \text{ ha} = 100 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 10.000 \text{ m}^2$$

Para determinar la lámina, una forma sencilla es dividir el volumen aplicado en la superficie, en este caso 10.000 m^2 (1 ha):

$$\text{Lámina} = \frac{720.000 \text{ lts}}{10.000 \text{ m}^2} = 72 \text{ mm}$$

En este cálculo se debe tener la precaución de que el volumen se exprese en litros y la superficie en m^2 .

La cantidad de agua que quede disponible para el cultivo dependerá de la lámina de riego y de la eficiencia de aplicación del método de riego.

MÉTODOS DE RIEGO

Riego por Superficie:

- a) Tendido
- b) Surco
- c) Melga

Riego Presurizado:

- a) Goteo
- b) Microaspersión
- c) Aspersión

> RIEGO POR SUPERFICIE

La ventaja de este tipo de riego es que tiene relativamente bajos costos de inversión y no requiere consumo de energía. Si bien posee muchas pérdidas de agua por infiltración, se puede incrementar la eficiencia en el uso de la misma. Existen varias formas de regar por superficie: por surco, por melga y tendido, este último es el más ineficiente.

Muchos fundamentos que se explicarán sirven tanto para riego por surco como para riego por melga.

>> Riego tendido

El riego tendido es una de las formas más antiguas de riego. Se caracteriza por tener elevadas pérdidas debido

a que la distribución del agua dentro del lote es despareja, por lo que la cantidad de agua disponible para muchas plantas es baja o nula, quedando pequeños sectores con exceso de agua. En estos casos, se debe tratar que el agua avance despacio por sectores o por surcos pero con el más bajo desnivel posible (poca pendiente), siguiendo las curvas de nivel del terreno de ser posible.

>> Riego por surcos

En este tipo de riego el agua avanza por pequeños canales o surcos, de un sitio más alto a otro más bajo, es decir desde la cabecera hasta el pie. El agua puede en algunos casos avanzar entre sitios de igual altura, esto se produce gracias a la altura del agua en la cabecera de la melga o surco.



Fuente: Gabriela Alemanno.

Agencia de Extensión Rural Belén. INTA Catamarca. 2014.

El riego por surcos se adapta a cultivos sembrados en línea como hortícolas y frutales. Es importante lograr que quede la mayor cantidad de agua disponible para el cultivo, por lo tanto es necesario incrementar la eficiencia.

La eficiencia del método de riego por surcos (o por melgas) puede ser tan baja que puede llegar a menos del 40%, es decir solo este porcentaje queda disponible para las plantas.

Para lograr un riego eficiente se deben tener en cuenta algunos factores:

- 1) Los patrones de infiltración en el perfil del suelo -ver imagen de infiltración según textura- nos determina la separación entre surcos; estos deben estar más cerca en suelos arenosos y más alejados en suelos arcillosos. Para determinar la distancia entre los surcos se debe considerar además del suelo, la distancia entre las líneas del cultivo.
- 2) La longitud de los surcos depende de la textura del

suelo y de la infiltración. En suelos arcillosos los surcos pueden ser más largos que en los suelos arenosos.

3) Si la cantidad de agua a aplicar es alta, se pueden hacer más surcos y lograr regar una mayor superficie en el mismo tiempo de manera de utilizar caudales que sean fáciles de trabajar.

Lógicamente las dimensiones de los surcos serán mayores para cultivos frutales que para cultivos hortícolas ya que en los frutales los surcos deberán ser más profundos y más anchos. Cabe aclarar que en suelos arenosos se puede utilizar surcos más bien angostos y profundos, a diferencia en suelos arcillosos de baja infiltración los surcos deberán ser más bien anchos y poco profundos.

A continuación se muestran valores de longitudes de surco según la textura del suelo, solo a modo general y orientativo, o sea sin considerar pendientes ni caudales.

Longitud promedio de surcos para diferentes suelos para riego

TIPO DE SUELO		
Arenoso	Franco	Arcilloso
50 m.	60 a 80 m.	100 m. ó más

En el siguiente cuadro se observa también a modo orientativo valores de distancia entre surcos según la textura del suelo en la que puede apreciarse que mientras más arenoso es un suelo la separación entre surcos deberá ser menor.

Distancia entre surcos según la textura del suelo

TIPO DE SUELO		
Arenoso	Franco	Arcilloso
0,40 a 0,50 m.	0,60 a 0,80 m.	1,00 m.

Cuando lo permita el espacio disponible se tiene que decidir si se va a regar con desagüe al pie del surco/melga o sin desagüe al pie. Esta decisión depende de la pendiente, cuyo valor límite es de 0.1%.

Si la pendiente fuera menor a 10 cm en 100 metros (menor a 0,1%) se puede regar sin desagüe al pie ya que se lo considera como sin pendiente.

A diferencia, si la pendiente es superior al 0,1%, o sea un desnivel mayor a 10 cm en 100 metros de longitud, se deberá realizar riegos por surcos/melgas con pendiente. En este caso, se deberá regar con desagüe al pie para que el agua tenga un mayor tiempo de contacto con el suelo y pueda infiltrar más.

Si no se puede regar con desagüe al pie se puede implementar alguna estrategia como regar con dos

caudales (un caudal de avance hasta que el agua llega cerca del pié y luego otro caudal de infiltración que es más bajo).

En la siguiente imagen se observa riego por surco con desagüe al pié pero el agua que escurre al final del surco avanza en sentido contrario hacia la cabecera por otros surcos. Esto es válido solo en terrenos nivelados a 0 % de pendiente donde el agua puede avanzar desde la cabecera hacia el pié o en sentido contrario.



Fuente: Rafael Fernández Gómez et al.
Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.

Cantidad de agua a aplicar

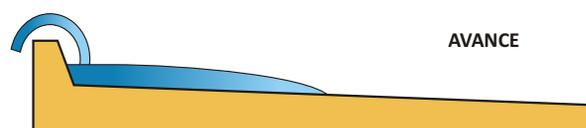
En el riego por surcos o melgas se debe considerar la aplicación de un caudal no erosivo y además incrementar la eficiencia de riego. Para lograr esto, se recomienda usar herramientas como compuertas, pequeños sifones, etc. (ver conducción y distribución del agua dentro de la finca). Es decir, cuando se pueda, se deben regular los caudales de manera que sean fáciles de manipular.

Una estrategia para incrementar la cantidad de agua aplicada durante el riego, tanto en surcos como en melgas, es trabajar con 2 caudales. En este caso, en el comienzo del riego se utiliza un caudal y en el momento en que el agua está por llegar al final del surco o melga se reduce este caudal (caudal de infiltración).

En lugares donde la pendiente, la textura (más bien franco-arcillosa o franco) y el microrelieve en el surco lo permite (especial atención) se puede aplicar riego por pulsos o riego discontinuo. Este consiste en que durante el riego, el agua avanza en un grupo de surcos, luego se corta el agua para regar otro grupo de surcos el cual después de un tiempo también se corta y retorna el riego en el primer grupo de surcos para continuar con el avance del agua. Esto se lo hace varias veces en distintos grupos de surcos que se necesitan regar. La ventaja es que se disminuyen las pérdidas por percolación gracias al humedecimiento del suelo y al acomodamiento de partículas.

En todo riego por superficie (surco y melga) se debe tener en cuenta que existe un tiempo de avance del agua que es lo que tarda en llegar desde la cabecera hasta el pié de la melga o surco y un tiempo de receso que es lo que tarda el agua en desaparecer de la superficie del suelo después de cortar su ingreso. La diferencia entre estos dos tiempos es el tiempo de contacto que es el tiempo en que el agua está infiltrándose en el suelo.

Tiempo de avance del agua



Fuente: Rafael Fernández Gómez et al.
Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.

Tiempo de receso del agua después del corte



Fuente: Rafael Fernández Gómez et al.
Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.

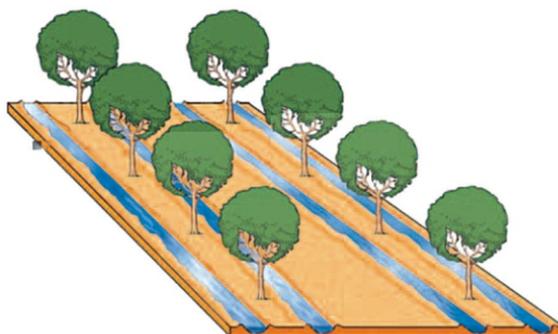
Situaciones normales tanto de riego por superficie como riego por melga



Concluido el tiempo de riego queda un sector humedecido que será aprovechado por las raíces y otro que se pierde en profundidad.

Fuente: Liotta Mario A. (2012).

En algunas situaciones para poder aplicar más agua, se puede recurrir a incrementar el número de surcos de riego por línea de plantas.



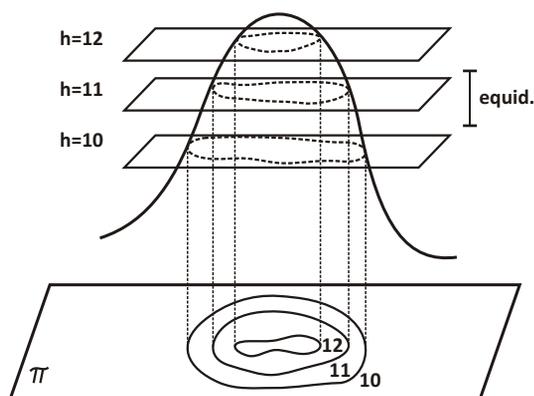
Fuente: Rafael Fernández Gómez et al.
Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.

Variantes en el riego por surcos

Surcos en contorno o curvas de nivel

En una zona montañosa o con grandes desniveles donde la velocidad de avance del agua a favor de la pendiente natural del terreno es demasiado rápida, la infiltración es baja y la erosión alta. Para estas situaciones es necesario imaginarse la zona montañosa como si tuviera varios niveles (curvas de nivel) y cada uno de estos niveles tiene una pendiente mínima.

En esta imagen se aprecian los distintos niveles del terreno donde el agua debería avanzar lentamente en cada uno de ellos, aumentando la infiltración y reduciendo la erosión.



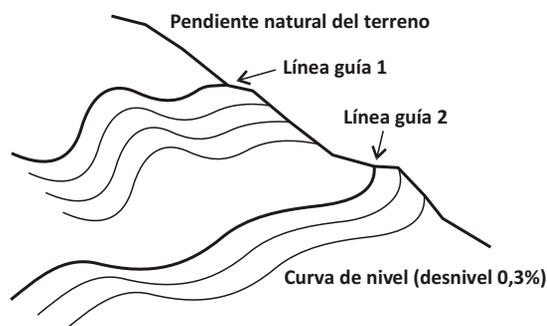
Fuente: Luis Rodríguez Plaza.
Curso de Sistematización de Suelos. 2006.

Cuando el suelo tiene una pendiente mayor al 2% (un desnivel mayor a 2 metros en 100 metros) y no es posible nivelarlo, se trazan los surcos siguiendo las curvas de nivel del terreno. De esta manera, durante el riego, el agua avanza siguiendo el mismo nivel o casi el mismo nivel dentro del terreno. Dicho de otra forma, el agua avanza en surcos realizados con pendientes que no superan el 0,3%.

Por ejemplo, para marcar un surco de 50 metros con una pendiente de 0,2% y utilizando un nivel de manguera, si se lee en la regla una altura de 1 metro en un extremo, en el otro se debería leer alrededor de 1,10 m.

Para realizar a campo surcos en curvas de nivel, se marcan primero las líneas guía. Las que se marquen posteriormente serán paralelas a esas líneas guía. En este tipo de trabajo se busca generar en los surcos una pendiente de alrededor de 0,2-0,3% a lo largo del mismo. Por ejemplo, en la siguiente imagen se observan marcadas las líneas guías cortando la pendiente del terreno. Paralelas a esas líneas guías, se aprecian los surcos en curvas de nivel cuya pendiente a lo largo del surco es de 0,3%.

Trazo de líneas guía y surcado en pendientes no uniformes



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (México). 2014.

El surcado en curvas de nivel sirve para que el agua avance despacio, cortando la pendiente del terreno.



Fuente: Escuela del campo y la vida (2014).

En la siguiente imagen se pueden observar los surcos en curvas de nivel.



Fuente: Luisa Brizuela. Agencia de Extensión Rural Belén.
INTA Catamarca. 2014.

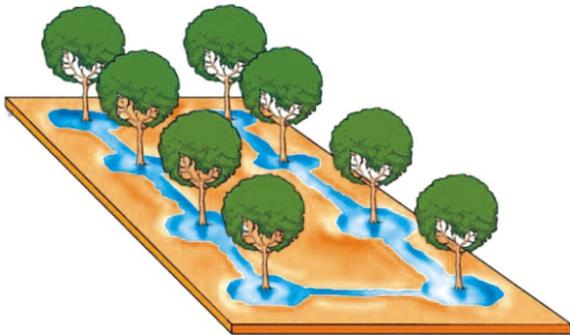
En la siguiente imagen se observan melgas en contorno donde los bordos se hacen siguiendo las curvas de nivel del terreno.



Fuente: Gabriela Alemanno. Agencia de Extensión Rural Belén. INTA Catamarca. 2014.

Tazas

En frutales se pueden hacer tazas alrededor de cada árbol, en este caso el agua avanza de una taza a otra por surcos, otra manera es que un solo surco alimenta varias tazas a lo largo de su trayecto. Esto permite aplicar la cantidad de agua necesaria para cada planta pero se debe tener la precaución de no mojar el tronco del árbol.



Fuente: Rafael Fernández Gómez et al. Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.



Fuente: Karina Pastrana. Agencia de Extensión Rural Santa María. INTA Catamarca. 2014.

En la siguiente imagen se muestra un riego por tazas con la precaución de no mojar el cuello de la planta durante el riego. Cuando la planta tenga un tamaño mayor, la tasa deberá ser más grande para almacenar más agua.

>> Riego por melgas

En el método de riego por melgas el agua avanza por un espacio de suelo a modo de franjas que queda entre 2 bordos construidos para tal fin, de manera que el agua se mueve encajonada desde la cabecera hasta el pie. Es bastante útil para regar pasturas, cereales y, en algunos casos, frutales. Tiene las desventajas de necesitar una gran cantidad de agua y un suelo bien nivelado. Si la pendiente a lo largo de la melga es mayor a 0,1% deberá aplicarse riego con desagüe al pie o sino regar con 2 caudales, como se explicó anteriormente. Se debe tener precaución que la pendiente transversal en la melga sea baja para que el agua avance lo más pareja posible.



Fuente: Rafael Fernández Gómez et al. Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.



Fuente: Antúnez B. Alejandro (2014).

En el caso de melgas el comportamiento del agua respecto de la textura del suelo es igual que en surco, o sea la longitud promedio de las melgas puede ser:

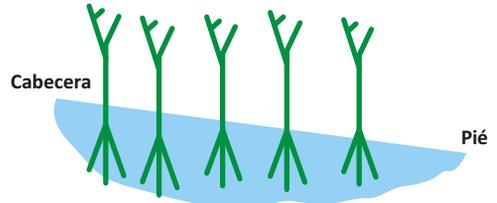
TIPO DE SUELO		
Arenoso	Franco	Arcilloso
50 m.	60 a 80 m.	100 m. ó más

Estos valores son a modo orientativo y no se considera pendiente del terreno ni caudal de ingreso en la melga. En general, cuanto mayor es la pendiente del terreno, menor debería ser el caudal a utilizar.

Problemas que suelen ocurrir en zonas con mucha pendiente

La pendiente pronunciada del surco o melga provoca una velocidad de avance del agua muy elevada, produciéndose una excesiva acumulación de agua en el pié y una escasa cantidad de agua infiltrada en la cabecera y mitad. A esto se puede sumar una baja infiltración del suelo, lo que acentúa aún más las diferencias en el contenido de humedad. Situaciones de mala orientación del surco o melga respecto a la pendiente del terreno:

En esta situación se logra que el agua avance despacio, cortando las dos pendientes que se posee el terreno. Situaciones que podrían lograrse en zonas con mucha pendiente:



En este caso la infiltración en el perfil a lo largo de la melga o surco es más homogénea.

En la siguiente imagen se muestra como se debe orientar las melgas o surcos cortando las dos pendientes que posee el terreno.



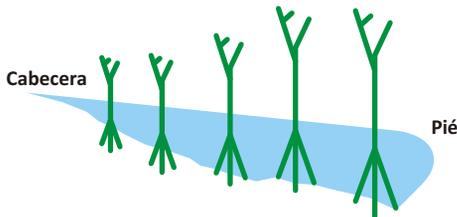
Fuente: Rafael Fernández Gómez et al. Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.



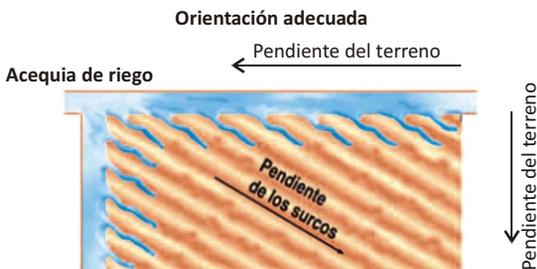
Disminución de la pendiente de los surcos de riego mediante un cambio de orientación.

Fuente: Rafael Fernández Gómez et al. Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.

Problemas que ocurren en situaciones con mucha pendiente:



En este caso se observan normalmente plantas muy pequeñas cerca de la cabecera y plantas muy grandes cerca del pié de la melga o surco. Orientación del surco o melga para lograr una distribución uniforme del agua:



Fuente: Rafael Fernández Gómez et al. Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.

El riego también depende del cultivo y de la profundidad de sus raíces. Estos parámetros determinan la profundidad a la que debe infiltrar el agua en el suelo, o sea la profundidad de humedecimiento y puede ser orientativamente de 50 cm en cultivos pequeños, mientras que en cultivos de raíces profundas (frutales, alfalfa) puede ser de 90 cm o aún mayor profundidad.

Una técnica sencilla para saber si los riegos que se están aplicando son efectivos es ingresar al lote dos o tres días después de regar y cavar con la pala para comprobar la profundidad a la que infiltró el agua. Si el agua no infiltró hasta la profundidad necesaria, se pueden considerar algunas de las siguientes sugerencias.

Recomendaciones para riego por superficie en situaciones con elevada pendiente

- Orientar las melgas o surcos para disminuir el tiempo de avance y favorecer la infiltración.

- Disminuir la velocidad de avance del agua en la melga mediante la construcción de bordos transversales al sentido de avance del agua.
- Riego con desagüe al pie.
- Encadenar riegos, es decir se riega un lote y con el desagüe de ese lote se riega otro lote, esto es posible solo si el ordenamiento de las parcelas de riego y las pendientes lo permiten.
- Riego con caudal de avance hasta que el agua está por llegar al pie y a continuación un caudal menor llamado caudal de infiltración. Esto permite aplicar una mayor cantidad de agua.

Conducción del agua

La conducción del agua hasta la finca puede ser de diferentes maneras como, por canales que es el más común en zonas de riego, otras forma de conducción menos utilizadas es mediante tuberías a presión (para regar por goteo, microaspersión o aspersión en finca) o sin presión (sistema californiano) mediante tuberías de PVC o de hormigón (más antiguos) y se utilizan para conducir agua hasta la finca, la cual se riega por superficie.

En el sistema de conducción por canales estos pueden estar sin revestir o revestidos. En el caso de los revestidos pueden ser de concreto, concreto con piedra y junta tomada; en zonas con relieve plano también pueden ser de losetas de hormigón y se rellenan las juntas. Otra forma de revestir canales que tiene ciertas ventajas en zonas montañosas con mucho desnivel es el ferrocemento que consiste en utilizar malla zima con concreto.

En esta figura se observa un canal revestido con piedra y concreto (con las juntas rellenas).



Fuente: Liotta Mario A. (2012).

En la siguiente figura se puede observar un canal revestido con losetas de hormigón.



Fuente: Liotta Mario A. (2012).

Se debe tener en cuenta que es necesario mantener limpio todos los canales (revestidos y no revestidos) y si la cantidad de sedimentos que transporta el agua es elevada, la limpieza debe realizarse con mayor frecuencia. En el caso de canales sin revestir, esta práctica sirve para sacar las malezas y el sedimento que se deposita en el fondo.

Una consideración es que el agua, en su conducción sufre un rozamiento con las paredes del canal. Esto provoca una disminución de la velocidad del agua, que se acentúa aún más con la mayor rugosidad de las paredes del canal y con la mayor cantidad de sedimentos. En un canal sin revestir este hecho se agrava con el crecimiento de malezas dentro del mismo. Las malezas y los sedimentos depositados en el canal, además, reducen la sección del mismo y por lo tanto disminuye el caudal.

En la distribución del agua por canales se utilizan las estructuras para tal fin que son compuertas, partidores, etc, que permiten regular el caudal y poder derivar la cantidad más o menos exacta de agua.

En la siguiente figura se puede apreciar una compuerta.



Fuente: Liotta Mario A. (2012).

Conducción y distribución del agua dentro de la finca

Una de las formas de aprovechar mejor el agua en la conducción dentro de la finca y evitar las pérdidas por infiltración es mediante el uso de tuberías de PVC o polietileno o revestimiento de canales mediante polietileno, concreto, etc. El revestimiento de canales o la conducción por tuberías permite regar de forma más práctica y logrando conducir una mayor cantidad de agua a la parcela de riego.

En las dos imágenes siguientes se observa un sistema de distribución de agua para riego por surcos mediante manga en el que cada surco posee un orificio de salida a partir de la manga.



Fuente: Liotta Mario A. (2011).

En las dos imágenes siguientes se aprecia otra forma de aplicar una pequeña cantidad de agua en riego por surcos mediante la reducción de caños de PVC con el uso de accesorios.



Fuente: Liotta Mario A. (2011).



Fuente: Liotta Mario A. (2011).



Fuente: Liotta Mario A. (2011).

En la siguiente figura se observa una forma de regar por surcos mediante el uso de sifones que, también, permite aplicar la cantidad adecuada de agua y en forma más práctica.



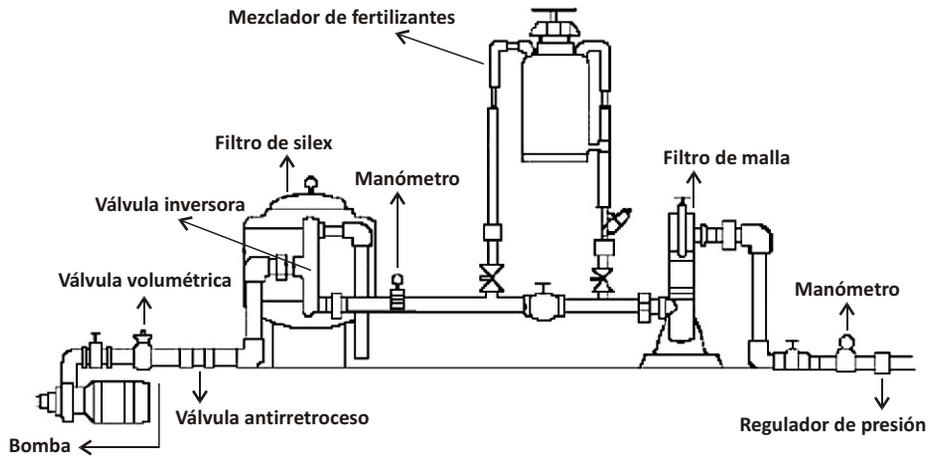
Fuente: Liotta Mario A. (2011).

> RIEGO PRESURIZADO

En todo sistema presurizado, el agua, que es conducida por tuberías, se encuentra con una cierta presión, llegando directamente a la planta o a las plantas. Con el riego presurizado se evitan las pérdidas por infiltración en la conducción y distribución, logrando de esa manera que quede más agua disponible para la planta. Igualmente se debe tener conocimiento de las láminas de riego que se aplicarán según las necesidades de riego del cultivo.

El agua se puede captar de río, canal o de perforación si es agua subterránea. Un sistema de riego presurizado consta de un cabezal de riego que constituye una bomba para extraer agua, impulsarla y darle presión a la tubería, además un sistema de filtrado, inyección de fertilizante y un sistema de conducción y distribución del agua para el cultivo mediante tuberías. Entre todos estos elementos existen válvulas de distintos tipos (de aire, de vacío, aire/vacío, etc.).

Partes que forman un cabezal de riego:



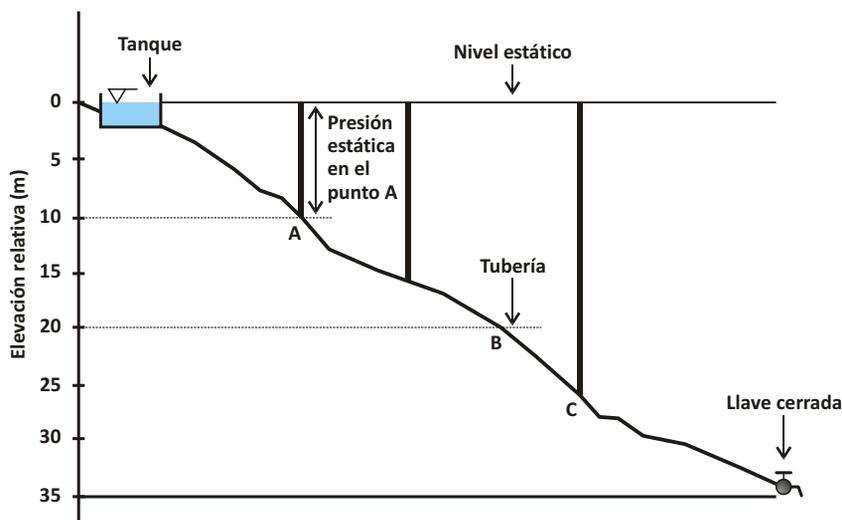
Fuente: Ferreyra E. Raúl; Sellés Van S. Gabriel; Pimstein A. Agustín. 2014.

La fuente de presurización puede ser una bomba o en forma natural utilizando la pendiente del terreno (presurización por gravedad).

Si la presurización es por gravedad se debe tener en cuenta que, en una zona, un desnivel de 10 metros de altura equivale a una columna o tubo con agua colocado verticalmente que tiene una sección de 1 cm x 1 cm (1 cm²) y una altura de 10 metros. En la base de esa

columna, por el peso del agua, existe una presión de 1 Kg/cm² de presión o 10 metros de columna de agua (m.c.a.). Esta presión es estática, es decir sin movimiento del agua.

En la siguiente figura, se observa que la presión al inicio de un sistema, se produce gracias a un tanque elevado de agua que reemplaza el uso de la bomba y no posee gastos de energía eléctrica para su funcionamiento.



Fuente: Carrazón Allocén Julián.

En este esquema, se puede apreciar que en la parte más baja de la tubería de conducción, la presión estática es de 35 metros de columna de agua (m.c.a.), o sea $3,5 \text{ kg/cm}^2$ de presión. Cuando esta tubería esté trabajando, es decir cuando esté conduciendo agua, el rozamiento del agua con las paredes de la tubería provoca una pérdida de presión, por lo tanto la presión siempre será menor a $3,5 \text{ kg/cm}^2$. Esta pérdida de presión depende del caudal, diámetro interno y longitud de la tubería y se deben considerar para lograr, en la salida, el caudal y presión requeridos.

Todo sistema de riego presurizado requiere un diseño hidráulico que tiene en cuenta la lámina de riego a aplicar, distancias entre plantas, etc. Se debe tener en cuenta la orientación de las líneas de plantas, la ubicación de los lotes de riego, la forma del campo, dimensiones de los lotes, etc., para saber cómo será la disposición de las tuberías en el campo y poder luego instalarlas. Estas tuberías de conducción y distribución corresponden a la tubería primaria que alimenta a las tuberías secundarias y estas a su vez alimentan a las tuberías terciarias para terminar en el lateral de goteo o manguera que abastece a los aspersores. Esto corresponde al diseño hidráulico que tiene en cuenta, entre otras cosas, los caudales que alimentan a estas tuberías y las pérdidas de presiones comentadas anteriormente.

En un sistema, la pérdida de presión se incrementa mientras es mayor la longitud de cada tubería y menor su diámetro. Asimismo, mientras mayor es el caudal que conduce la tubería se incrementa la pérdida de presión. Estas pérdidas de presiones se deben considerar para lograr que al final del sistema, o sea cerca de la planta, se logre la presión que requiere el dispositivo que aplica agua a la planta.

Si se utiliza una bomba, el caudal que arroja y por consiguiente su potencia se determinan después de todo el diseño del riego, según el resultado de: tamaño de las subunidades de riego, presiones iniciales necesarias para que el agua alcance con la presión adecuada en algunos puntos, láminas a aplicar, turnados de riego dentro de la propiedad, etc.

>> Riego por aspersión

El riego por aspersión permite aplicar el agua en forma de lluvia sobre la planta. El agua es conducida por tuberías a presión y al llegar al aspersor el chorro se rompe en muchas gotas que caen sobre el suelo. Es un método de riego que sirve en casos en que el viento no es importante ya que puede causar muchas pérdidas, además debe considerarse que el agua, al cubrir gran parte del suelo, se producen muchas pérdidas por evaporación. Es un sistema que utiliza mucha energía eléctrica por necesitar una elevada presión para su funcionamiento. Entre los equipos que se utilizan son el

de aspersión fija, portátil, cañón, pivot central y avance frontal. Se debe tener la precaución de que la velocidad a la que se aplica la lámina de riego, o sea la velocidad a la que cae la lluvia, sea igual o menor a la velocidad de infiltración del suelo para evitar escurrimiento. En este sistema se utilizan aspersores que arrojan caudales de 600 litros/hora o más y de presiones de alrededor de $2,5 \text{ Kg/cm}^2$ (de baja presión) y de hasta $4,5 \text{ Kg/cm}^2$ (de alta presión).



Fuente: EEA INTA Catamarca (2014).

>> Riego por microaspersión

Este método de riego consiste en la aplicación de agua al suelo en gotas muy pequeñas. Requiere una presión de $1,6 \text{ kg/cm}^2$, es decir mucho más baja que aspersión. El diámetro de mojado que genera el microaspersor puede ser de alrededor de 3-4 metros. Es recomendable para cultivos como frutales, riego en viveros y algunas hortalizas. Los más comunes son los microaspersores propiamente dichos en los que se clava un soporte en el suelo y se abastece de agua de una manguera que suele estar superficial. Otros microaspersores son los microjets que se colocan de manera que cuelgan por encima de las plantas conectados a una manguera de las cuales se abastecen de agua y que también está colgada, se utilizan en viveros.



Fuente: EEA INTA Catamarca (2014).



Fuente: EEA INTA Catamarca (2014).

>> Riego por goteo

Este método de riego consiste en la aplicación de agua en forma de gotas de manera continua en un lugar próximo a la planta, mojando solo parte del volumen de suelo (30% del suelo). Es un riego de alta frecuencia donde se debe reponer el agua que la planta consumió uno o dos días atrás. En este método, en el suelo se forma un bulbo húmedo debajo de cada goteo donde la planta desarrolla una mayor cantidad de raíces.



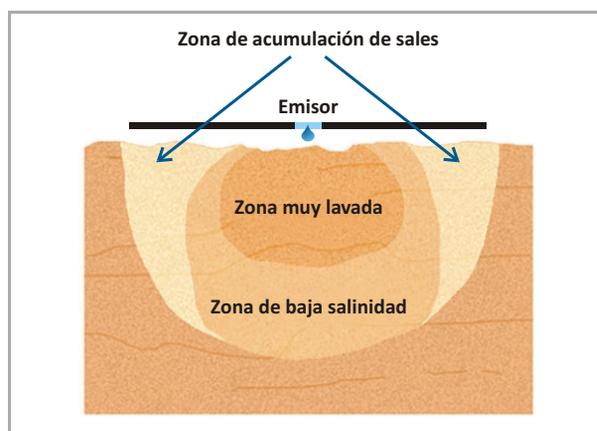
Fuente: EEA INTA Catamarca (2014).

Cabe aclarar que en este sistema, en la tubería, el agua circula con presión pero la gota cae al suelo sin presión. Esto se debe a que el emisor o goteo posee un diseño, según el fabricante, que permiten perder presión y que caigan gotas. Se diseñan para que arrojen diferentes caudales (2; 2,5; 3; 4 litros/hora). En el mercado se encuentran goteros no autocompensados y autocompensados, estos últimos poseen un diafragma que permite que no disminuya el caudal si baja la presión.



Fuente: EEA INTA Catamarca (2014).

Es necesario, como en todo sistema de riego presurizado, realizar un diseño agronómico e hidráulico, previo a la instalación. Es el riego más eficiente en cuanto a la aplicación. En lugares con vientos fuertes es el más adecuado porque al mojar solo una parte del suelo y formarse un bulbo debajo del goteo se reduce la evaporación desde el suelo. Según el marco de plantación y el diseño del sistema se pueden o no solapar en el suelo los bulbos húmedos. Además, según las necesidades de riego y el tamaño del cultivo, es necesario colocar varios goteros por plantas, incluso en frutales grandes pueden requerirse hasta ocho goteros por planta.



Fuente: Rafael Fernández Gómez et al. Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.

En esta imagen puede apreciarse que en un bulbo húmedo existe una zona saturada de agua que se encuentra en la parte superior, otra zona no saturada pero húmeda que es la que concentra una gran cantidad de raíces activas que absorben agua del suelo. En la parte más externa del bulbo existe una capa con un gran contenido de sales que se forma debido al riego. Para evitar que esta cantidad de sales ingresen al interior del bulbo se debe regar constantemente, incluso cuando esté lloviendo.

Los goteros pueden comprarse ya insertos en una manguera de polietileno o se insertan en la misma. Esta manguera, que se denomina lateral de goteo, es la que posee los goteros y se la ubica a lo largo de la línea de plantas.

La conducción del agua desde el cabezal de riego hasta los laterales de goteo se realiza mediante las tuberías primarias, secundarias y terciarias que pueden ser de polietileno o PVC.

A la tubería terciaria junto con todos sus laterales de goteo se le denomina subunidad de riego. La conexión de cada lateral de goteo con la tubería terciaria se hace mediante conectores iniciales que quedan insertos entre ellos o si es más precario el sistema se conecta mediante uniones T y reducciones para la salida hacia el lateral.

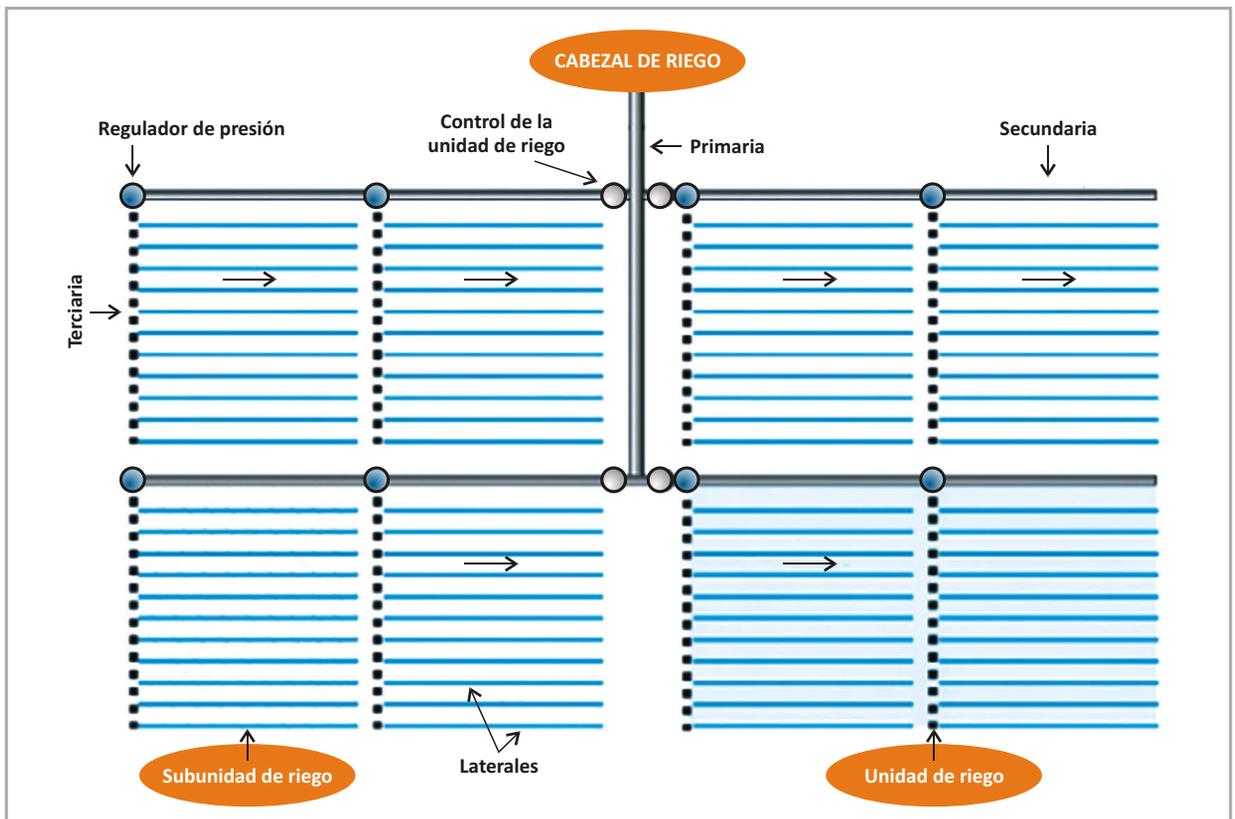
En el sistema, dos subunidades de riego se encuentran conectadas por una válvula que permite la apertura de agua hacia una subunidad y cerrar el paso de agua hacia la otra subunidad. En todo este sistema de conducción se instalan, además, válvulas de aire, vacío, aire/vacío para permitir la entrada de aire cuando se apaga el equipo y facilitar la salida de aire cuando está funcionando.



TUBERÍA TERCIARIA CON SUS LATERALES DE GOTEO

Fuente: Gabriela Alemanno.
Agencia de Extensión Rural Belén.
INTA Catamarca. 2014.

PARTES QUE COMPONEN UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



Fuente: Fuente: Rafael Fernández Gómez et al. Manual de riego para agricultores. Junta de Andalucía. 2010.

El riego por goteo tiene la ventaja de utilizar menos presión que los otros métodos de riego presurizados ya que necesita una presión de $1,2 \text{ kg/cm}^2$. Es adecuado para utilizar en riegos de frutales y hortalizas. No necesita mano de obra, solo alguien relativamente especializado que entienda el funcionamiento y el

mantenimiento del sistema. Las desventajas de este método es que requiere un alto costo inicial, similar a los otros riegos presurizados y un buen sistema de filtrado para que no se tapen los goteros. Otra desventaja es que necesita una fuente de agua constante.

SISTEMA DE FILTRADO PARA GRANDES CAUDALES



Fuente: EEA INTA Catamarca (2014).

El sistema de filtrado debe contar con un retrolavado que se efectúe cada 15 minutos o media hora, esto hace el lavado inverso para eliminar las impurezas del filtro. Estas impurezas se eliminan del sistema con el agua utilizada en el retrolavado. Cabe aclarar que las dimensiones del sistema de filtrado debe ser acorde a los caudales que se manejan y la superficie a regar.

Como en todo sistema de riego presurizado es conveniente controlar las presiones en distintos puntos del sistema para conocer en cuales puntos se pierde presión, por ejemplo una baja presión después del filtrado puede deberse a un filtro sucio.

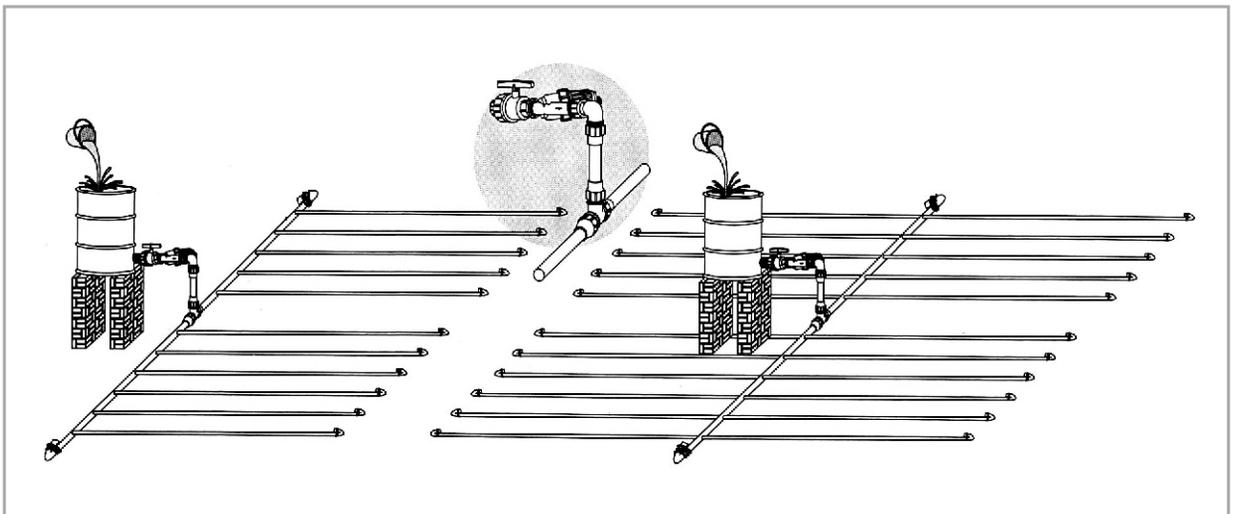
En cultivos hortícolas se utilizan cintas de goteo que son similares a las mangueras de goteo pero no son rígidas, son más económicas y duran 1 o 2 años eventualmente. Existen sistemas de riego por goteo para la agricultura familiar cuyos goteros funcionan con bajas presiones, del orden de $0,15 \text{ Kg/cm}^2$ o sea 1,5 metros de altura.

MANÓMETRO EN EL QUE SE APRECIA LA PRESIÓN



Fuente: EEA INTA Catamarca (2014).

GOTEO DE BAJA PRESIÓN (TIPO FAMILY DRIP)



Fuente: Sistemas de riego Valley, 2014.

BIBLIOGRAFÍA

- **Alemanno, G. 2014.** Agencia de Extensión Rural Belén. INTA Catamarca.
- **Antúñez, B. A. 2014.** Uso eficiente del agua de riego. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación INIA-RAYENTUE. http://www.newtenberg.com/cuencas/591/articulos-67663_doc_pdf.pdf. Disponible en internet 3 de abril de 2014.
- **Basán, M. 2008.** Curso de Aforadores de corrientes de agua. EEA INTA Santiago del Estero.
- **Brizuela, L. 2014.** Agencia de Extensión Rural Belén. INTA Catamarca.
- **Carrazón, A. J. 2007.** Manual práctico para el diseño de sistema de miniriego. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA). FAO.
- **Cruz, V. R.** Medición del agua de riego. www.procana.org/pdfs/eventos/evento198MEDIC%20A_GUA.pdf. Disponible en internet 11 de marzo de 2014.
- Departamento Ingeniería Mecánica y Construcción. Universitat Jaume I. Área mecánica de fluidos. Riego por goteo. Fundamentos del diseño. Ingeniería Técnica Agrícola. Código 818.
- **Elriego.com. 2014.** www.info.elriego.com/portfolios/el-bulbo-humedo-manejo-del-bulbo-en-condiciones-de-salinidad. Disponible en internet 27 de marzo de 2014.
- **Escuela del campo y la vida, siembra consciente. 2014.** Conocimiento de las características del suelo agrícola. <http://escueladelcampoylavida.blogspot.com.ar/2009/04/conocimiento-de-las-caracteristicas-del.html>. Disponible en internet 4 de Abril de 2014.
- **Facultad de Agronomía (Uruguay).** Riego por superficie. www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/RIEGO%20POR%20SUPERFICIE.pdf.
- **Fausac. 2014.** www.fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/Nivel_tipo_%22A%22_y_curvas_a_nivel. Disponible en internet 26 de marzo de 2014.
- **Ferreira, E. R.; S. G. Sellés Van; A. Pimstein. 2014.** Diseño, manejo y mantenimiento de equipos de riego. ISSN 0717-4829.
- **Fernández, G. R.; M. Milla Milla; R. Ávila Alabarces; J. B. Herrera; P. Gavilán Zafra; N. A. Oyonarte Gutiérrez. 1999.** Manual de riego para agricultores. Módulo 2. Riego por superficie Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Servicio de Formación Agroalimentaria. Empresa Pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero de Andalucía, S.A.
- **Fernández, G. R.; M. del C. Yruela Morilla; M. Milla Milla; J. P. García Bernal; N. A. Oyonarte Gutiérrez. 2010.** Manual de Riego para Agricultores. Riego localizado. Empresa Pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero de Andalucía S.A. Junta de Andalucía. Instituto de Investigación y Formación agraria y Pesquera. Consejería de agricultura y Pesca.
- **Hillel, D. 1980.** Fundamentals of soil physics. Academic Press, Nueva York, 413 p.
- **Igurovic. Hidráulica agrícola de conducción abierta. 2013.** www.cursos.uc.cl/unimit_agl_014-1/almacen/1242061203_igurovic_sec1_pos0.ppt. Disponible en internet 15 de agosto de 2013.
- **IPAF. 2009.** Cartilla de Divulgación para productores.
- **Liotta, M. A. 2012.** Conceptos de eficiencia de uso del agua para riego agrícola. INTA EEA San Juan.
- **Liotta, M. A. 2011.** Los sistemas de riego por goteo y microaspersión. INTA EEA San Juan.
- **Pastrana, K. 2014.** Agencia de Extensión Rural Santa María.
- **Rodríguez Plaza, L. 2006.** Curso de Sistematización de suelos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.
- **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2014.** Surcado al contorno. www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx. Disponible en internet 10 de marzo de 2014.
- **Ingeniería rural. Univ. de Castilla, La Mancha. 2014.** www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/Presentaciones_PDF_STR/RiegosAPie.pdf. Disponible en internet 10 de marzo de 2014.
- **Valley Sistemas de Riego S.A. 2014.** www.valleybolivia.com. Disponible en internet 10 de marzo de 2014.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco por su colaboración durante la confección de la cartilla a *Juan I. Curarello, Laura Cano, Luisa Brizuela, Daniela Iriarte y Lucas Bilbao.*

RETIRO DE CONTRATAPA



Los cultivos para poder crecer y desarrollarse necesitan absorber el agua del suelo. Para poder aportar agua al suelo reponiendo el nivel de humedad hasta que quede disponible para las plantas se debe regar. Regar implica que el agua infiltre en la profundidad necesaria en el perfil del suelo y esto debe ocurrir en la forma más homogénea posible en toda la superficie que se riega. Para ello existen diferentes métodos, cada uno con sus ventajas y desventajas.

Existen dos métodos de riego: por superficie (o gravedad) y presurizados. En el primero, que se distinguen por surco y por melga, el agua avanza sobre la superficie del suelo desde la cabecera hacia el pié del surco o melga. En el riego presurizado, el agua es conducida con presión por tuberías hasta llegar a la planta y se diferencian en riego por goteo, microaspersión y aspersión. No existe un método de riego mejor que otro sino un método que se adecua mejor a cada situación particular.

Todos los métodos de riego en su desempeño tienen en mayor o menor medida pérdidas de agua. Si bien los riegos por gravedad poseen más pérdidas que los presurizados no dejan de ser importantes. En todo sistema de riego se debe tratar que las pérdidas sean las menores posibles logrando que la mayor cantidad de agua quede disponible para las plantas, es decir logrando la mayor eficiencia posible en cada método de riego.

