

MANUAL DE CAPACITACIÓN

1

RIEGO SUPERFICIAL

DH
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA


SAN JUAN
GOBIERNO


PROSAP
SERVIR AL AGRO


UCAR
UNIÓN PARA EL CAMPO RURAL


INTA

 Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

RIEGO SUPERFICIAL

Manual de capacitación : riego superficial / Nicolás Ciancaglini ... [et al.]. -
1a ed. edición especial. - Rivadavia : Paz, Marta Laura, 2015.
36 p. ; 23 x 17 cm.

Edición para UCAR. Unidad para el Cambio Rural
ISBN 978-987-33-8774-6

1. Riego. 2. Aguas Superficiales. I. Ciancaglini, Nicolás
CDD 333.913

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

01. La conducción del agua en los ramos y acequias internas.

- ¿Qué sucede en la conducción del agua en los ramos internos?
 - ¿Cómo solucionar o atenuar la pérdida por infiltración en los ramos o acequias internas?
-

02. Modificación en la modalidad y método de riego.

- ¿Cuál es la modalidad y método de riego más frecuente?
 - ¿Qué ocurre cuando el agua ingresa a una melga o surco?
 - ¿Cómo incremento la eficiencia?
 - En plantaciones jóvenes, ¿qué método utilizo?
 - ¿Es importante ajustar la longitud de riego de acuerdo al tipo de suelo?
-

03. Modificación en la modalidad y método de riego.

- ¿Cómo manejar los caudales?
 - Si tengo pendiente, ¿cómo manejo los desagües?
-

04. La nivelación del terreno.

- ¿Es importante la nivelación y corrección de pendientes?
 - ¿Qué se recomienda para distintas situaciones?
 - ¿Influye el caudal que ingresa a la finca en la eficiencia de riego?
-

05. Frecuencia de riego.

- ¿Qué importancia tiene el suelo en la frecuencia de riego?
 - ¿Qué cantidad de agua necesitan las plantas?
 - En invierno, ¿es necesario regar?
 - ¿Qué otras técnicas puedo utilizar para decidir cuando regar?
 - ¿Qué va a pasar con el nivel freático si el riego es excesivo?
-

06. Técnicas de mejoras del riego en cabecera.

- ¿Qué tecnologías existen para mejorar la distribución del agua en cabecera de los cultivos?
-

07. Otros aspectos.

- El control de malezas.
 - Mano de obra con relación a la atención del riego.
-

08. Conclusiones y recomendaciones finales.



INTRODUCCIÓN

Ante la presencia de períodos hidrológicamente escasos o de entrega de bajos caudales, la finalidad de la presente publicación es contribuir al conocimiento y brindar los principales conceptos, técnicas y estrategias que permitan a los usuarios el ahorro y uso eficiente del agua de riego.

Tales conceptos y recomendaciones se centralizan en los siguientes aspectos:



01. LA CONDUCCIÓN DEL AGUA EN LOS RAMOS Y ACEQUIAS INTERNAS

¿QUÉ SUCEDE EN LA CONDUCCIÓN DEL AGUA EN LOS RAMOS INTERNOS?

El agua conducida y distribuida a través de la red de riego primaria y secundaria hacia los diferentes departamentos presenta bajas pérdidas por infiltración. Esto se debe a que el sistema de distribución se encuentra en su mayor parte impermeabilizado. Por el contrario, como la gran mayoría de los ramos internos son de tierra, un porcentaje importante del agua se pierde por infiltración, llegando a ser elevada en suelos arenosos.

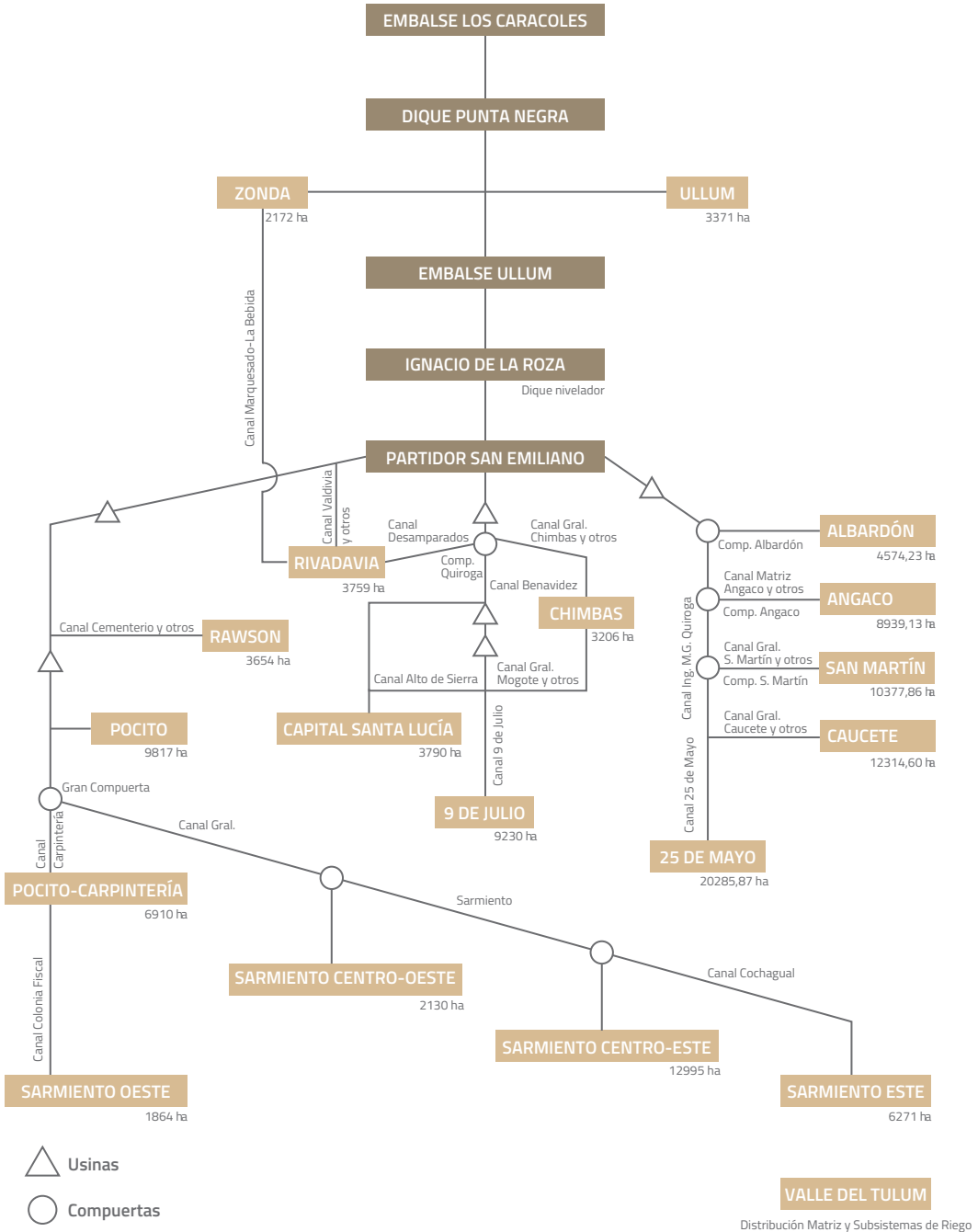
[VER GRÁFICO EN LA PÁGINA SIGUIENTE.](#)

¿CÓMO SOLUCIONAR O ATENUAR LA PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN EN LOS RAMOS O ACEQUIAS INTERNAS?

En primer lugar, para evitar fugas y desbordes en los ramos internos, se recomienda revisar marcos y compuertas y realizar el mantenimiento periódico, a los efectos de un funcionamiento adecuado. En los sectores en que no existan compuertas y el riego se maneje con tapones de tierra, es conveniente colocar nuevas compuertas derivadoras.

En aquellos casos de elevada infiltración, se recomienda impermeabilizar con film de polietileno con un espesor de 200 micrones como mínimo. También existen otras alternativas de revestimiento que se pueden considerar. Se sugiere priorizar aquellos tramos donde se observen las mayores pérdidas.

SISTEMA DE RIEGO | VALLE DE TULUM



Distribución Matriz y Subsistemas de Riego

02. MODIFICACIÓN EN LA MODALIDAD Y MÉTODO DE RIEGO

¿CUÁL ES LA MODALIDAD Y MÉTODO DE RIEGO MÁS FRECUENTE?

Por lo general, en cultivos de vid conducidos en parral, el regante distribuye el agua por inundación en unidades de riego que se denominan "tapadas", definidas con bordos cada 5-8 hileras. El ingreso del agua es a través de una reguera central y aunque el terreno se encuentre medianamente nivelado el avance del agua desde la cabecera hasta el pie del cultivo es lento y no uniforme (ver fig. 1). Como consecuencia, la **lámina*** aplicada suele ser excesiva, el tiempo de riego mayor al necesario y la **eficiencia de aplicación*** del agua resulta baja. Si además el suelo se encuentra laboreado o existe alta cobertura de malezas, el riego se convierte en ineficiente por demás.

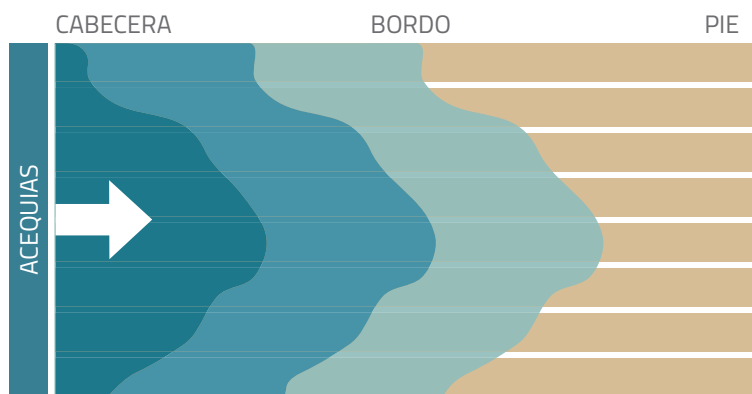


Fig. 1 Esquema de avance del agua de riego con una sola entrada y tapada de 8 bordos.

* **Lámina**
Cantidad de agua que se aplica en una superficie de riego (melga o surco) que se expresa en mm.
(mm x 10= m³/ha).

* **Eficiencia de Aplicación**
Es el porcentaje del total de agua aplicada en el riego que queda almacenada en la zona de las raíces.

Prácticas no recomendadas

- Dejar el agua extendida en una excesiva cantidad de unidades de riego con un bajo caudal unitario y principalmente si los riegos son nocturnos.
- En cultivos recién implantados, regar toda la superficie de la parcela cuando no es necesario.
- No cortar el riego o no cambiarlo a la próxima unidad antes de que el volumen aplicado sea excesivo.
- No controlar fugas y roturas de bordos.

¿QUÉ OCURRE CUANDO EL AGUA INGRESA A UNA MELGA O SURCO?

En el riego por superficie, cuando el agua ingresa por la cabecera de la unidad de riego, comienza a avanzar e infiltrar al mismo tiempo (Fig. 2). Una vez que el agua llega al pie, en la cabecera se ha infiltrado un volumen de agua determinado que dependerá del **tiempo de avance*** y de "las características y condiciones del suelo". Además, resulta necesario un tiempo adicional para almacenar el agua uniformemente en la zona de raíces activas, cuya profundidad depende del cultivo (tiempo de infiltración). Cuanto más demore el agua en llegar al pie, más tiempo estará infiltrando en la cabecera.

Una vez concluido el riego, se produce una figura similar a un trapecio por debajo del horizonte de raíces (zona azul en el gráfico), que corresponde al agua percolada en profundidad para un riego excesivo.

* **Tiempo de Avance**
Tiempo que demora el agua en llegar desde la cabecera al pie del cultivo.

Riego excesivo



Fig. 2 Esquema de agua almacenada y percolada después de un riego excesivo.

Significa que las pérdidas serán mayores cuanto más se demore el agua en llegar de un extremo a otro, y que la eficiencia de aplicación aumenta cuando el tiempo de avance es menor. Para ello, el agua debe llegar al final con la mayor velocidad posible. De esa manera, la eficiencia de aplicación aumenta como consecuencia de una menor aplicación de volúmenes.

Riego no excesivo

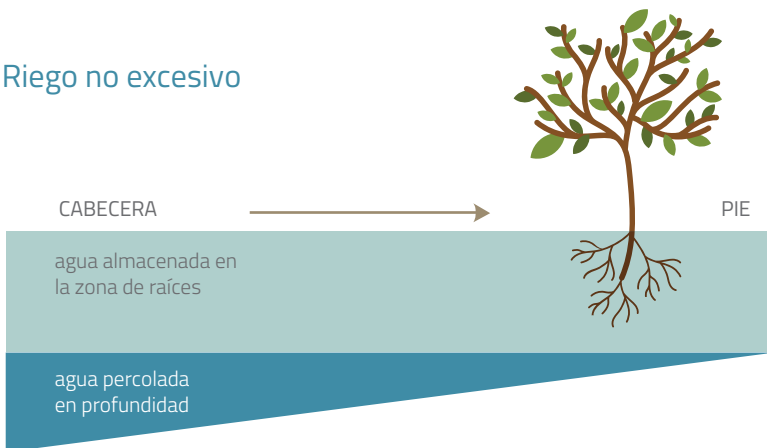


Fig. 3 Esquema de agua eficientemente almacenada y percolada después de un riego no excesivo.

¿CÓMO
INCREMENTO
LA
EFICIENCIA?

El riego por inundación es eficiente cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Buenos niveles y longitud apropiada de acuerdo al suelo.
- **Caudales*** medianos a grandes para reducir el tiempo de avance.
- Ancho de unidades de riego cortas (2-3 hileras por vez).
- Control de malezas.

Sin embargo, estas condiciones no siempre se presentan y se cumplen en una finca. No son fáciles de conseguir porque suelen existir problemas de microrrelieve, hay malezas, o el caudal de riego es insuficiente.

El riego por surcos constituye una práctica eficiente, y presenta las siguientes ventajas en relación al riego por inundación:

- El tiempo de avance es menor por la geometría de los surcos (triangular o tolva).
 - Permite manejar mejor caudales reducidos.
 - No moja la totalidad de la superficie a nivel superficial sino una porción del suelo.
-



FOTO 01
*Riego por surco
en cultivo de vid.*

* Caudal
El volúmen de agua que circula en
una unidad de tiempo.

En el sistema de riego de la Fig. 4 se observan dos surcos al costado de la planta, al cual se lo suele denominar riego a la francesa o "abriendo". Obsérvese que el agua se encuentra distribuida sólo en el sector de los surcos y permanece seca el área adyacente (bordos). Sin embargo, el perfil en profundidad y en el sentido lateral se humedece en su totalidad. Otras alternativas son:

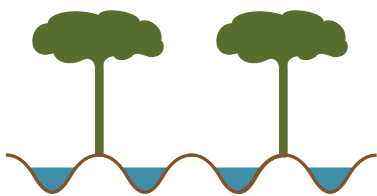


Fig. 4 Dos surcos por hilera.

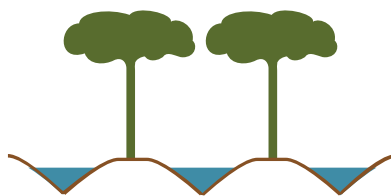


Fig. 5 Un surco amplio en el centro de la hilera.

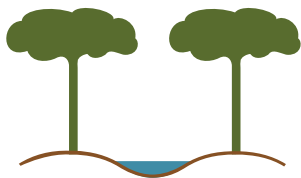


Fig. 6 Surcos anchos individuales.

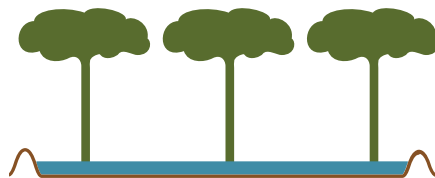


Fig. 7 Por inundación cada tres hileras.

En cualquiera de estos sistemas es posible, ante un momento de escasez, aplicar lo que se denominan "riego volantes"; es decir riegos rápidos con bajos volúmenes de agua y sin desagüe al pie. De esta manera, se incorpora agua de forma tal de reponer al suelo una lámina inferior a la necesaria, pero es posible completar el riego y la rotación de los cuadros en un menor tiempo.

De acuerdo a lo visto anteriormente, el caudal de riego se debe distribuir en la menor cantidad de unidades de riego posibles, de manera de lograr el menor tiempo de avance. El caudal a aplicar debe ser el máximo no erosivo, es decir que no arrastre y erosione el suelo, particularmente si este es arenoso.

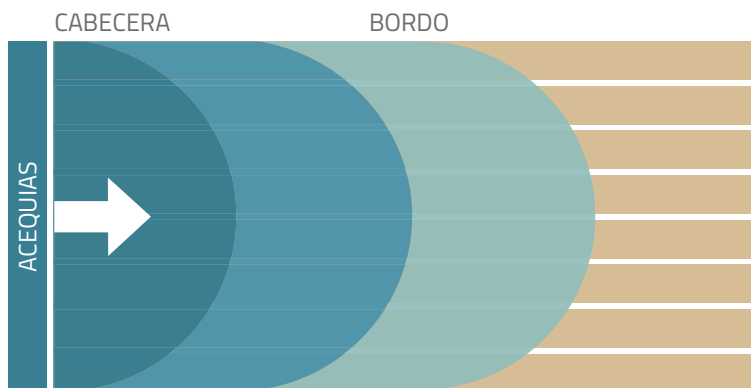


Fig. 8 Riego de 8 melgas por tapada (situación más usual en el riego).

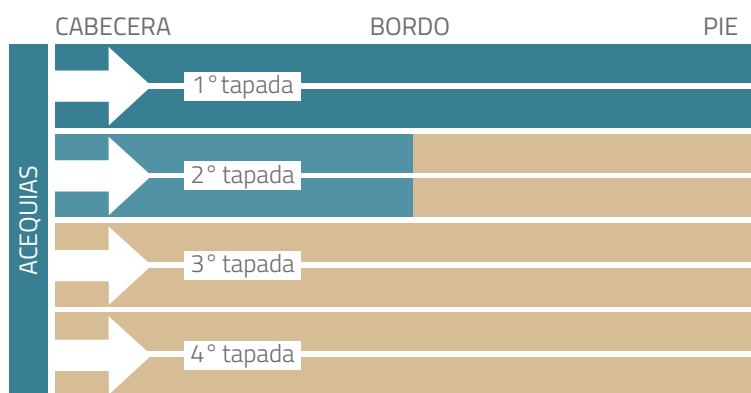


Fig. 9 Riego de 2 melgas por tapada (riego corto).

En el caso de riego corto (Fig. 9), se concentra el agua que usualmente se daba en 4 a 8 melgas sólo en 1 a 2 de ellas, y se riega rápidamente. Cuando llega al pie se corta el agua y se pasa a la unidad siguiente. En la figura 9 se representa un grupo de melgas denominada usualmente "tapada o abertura".

De esta forma, se riegan en 1 o 2 melgas y se pasa luego a la 2 para seguir con el mismo procedimiento.

¿Qué puedo conseguir con estas mejoras?

Con estas mejoras se puede conseguir regar una mayor superficie con la misma cantidad de agua al incrementar la eficiencia de aplicación. En la práctica se ha conseguido incrementar la superficie en un 30% o más.

EN PLANTACIONES JÓVENES, ¿QUÉ MÉTODO UTILIZO?

Los cultivos recién implantados y jóvenes tienen menor requerimiento de agua, por lo tanto, el riego tiene que ser localizado. Lo más conveniente es utilizar sistemas de "surcos" o "melgas", conformados hacia ambos costados de la línea de plantación. En la medida que se desarrolle el cultivo aumentará el volumen radicular, por lo que se deberá ir adaptando el riego al nuevo sistema de raíces.

En la Fig. 10 se muestra en un cultivo de olivo, cómo se riega 1m hacia ambos costados de la planta durante el primer año y se va aumentando hasta 4m cuando el cultivo se encuentra en pleno desarrollo.

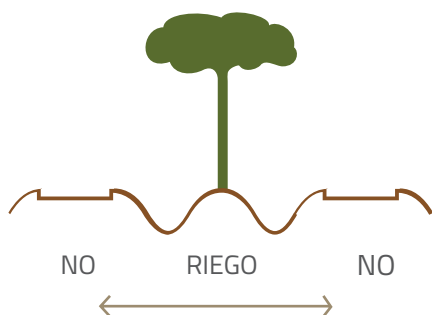


Fig. 10 Olivo. Riego localizado al inicio.



FOTO 02

¿ES IMPORTANTE AJUSTAR LA LONGITUD DE RIEGO DE ACUERDO AL TIPO DE SUELO?

Es muy importante, debido a que la eficiencia está muy relacionada a la textura y ésta a su vez determina la longitud de los cuadros.

Los suelos pueden ser clasificados en tres grandes grupos:

- **Suelos de Textura Gruesa (Livianos)** Son aquellos en los que predomina la fracción arena con muy bajo contenido de limo y arcilla. Se clasifican en arenosos y arenoso francos incluidos los denominados esqueléticos (con inclusiones de gravas y gravillas). Son de alta infiltración y de baja retención de humedad. Suelen ser además poco fértiles y propensos al lavado de nutrientes a las capas más profundas del suelo, fuera del alcance de las raíces.

▪ **Suelos de Textura Fina (Pesados)** De manera opuesta a los definidos anteriormente, son los suelos en que predominan las fracciones limo y arcilla y, en menor grado, arena. Poseen alta capacidad de retención de humedad y suelen presentar baja infiltración y drenaje lento. Son naturalmente fértiles y muy productivos cuando se encuentran bien estructurados y bajo condiciones no salinas.

Se definen como suelos de textura fina o de textura Franco arcilloso, Franco arcillo limoso, Arcillo limoso y Arcilloso.

▪ **Suelos Medios** Corresponde a la situación más favorable para el desarrollo de la mayoría de los cultivos con contenidos equilibrados de las fracciones arena-limo-arcilla y con un predominio de las dos primeras. Corresponde a los que se definen como Franco, Franco arenoso y Franco limoso. En general se encuentran bien estructurados, son de infiltración media y drenaje moderado. Respecto a la capacidad de retención de humedad es media, es decir, se mantiene dentro del espacio poroso del suelo una relación ideal aire-agua.

De lo anterior se deduce que el tipo de suelo se encuentra muy vinculado a la longitud de los cuadros cultivados o a cultivar, que deberán adaptarse o modificarse para conseguir un manejo más racional y eficiente. Para mantener valores aceptables de eficiencia en suelos de textura gruesa no son convenientes longitudes mayores de 80m, mientras que en suelos de textura fina, que son de baja a muy baja infiltración, la longitud puede ser hasta de 200m o más.

Suelo textura gruesa 60-80 m (Longitud de Surco)

Suelo textura media 80-120 m (Longitud de Surco)

Suelo textura fina 120- 200 m (Longitud de Surco)

03. MODIFICACIÓN EN LA MODALIDAD Y MÉTODO DE RIEGO

¿CÓMO MANEJAR LOS CAUDALES?

El caudal a derivar por unidad de riego (surco, melga), debe ser el mayor posible siempre que no produzca arrastre y erosione el suelo en la cabecera, como ya fue mencionado anteriormente. El manejo del riego con caudales importantes permite acortar el tiempo de avance desde la cabecera al pie del cultivo y, de esta manera, disminuyen las pérdidas por infiltración en la cabecera, aumentando la eficiencia de aplicación en la parcela. Asimismo, el riego sin pendiente (es decir nivelado "a cero") es más eficiente, debido a que el agua queda incorporada al cuadro, sin que se produzcan escurrimientos por desagües al pie.

SI TENGO PENDIENTE, ¿CÓMO MANEJO LOS DESAGÜES?

En el caso de terrenos con pendiente, la técnica consiste en regar con dos caudales, es decir, aplicar el mayor caudal posible durante el tiempo de avance y disminuirlo a un tercio del mismo una vez que el agua alcanzó el pie de la parcela, hasta cumplir el tiempo de riego. De este modo se ahorra un significativo volumen de agua. Asimismo, los excedentes al pie del cultivo (escurrimiento al pie), deben ser aprovechados, ya sea en otros cuadros (riego encadenado), en cortinas forestales o bien ser derivados nuevamente a la red de riego a través de las acequias de desagüe.

04. LA NIVELACIÓN DEL TERRENO

¿ES
IMPORTANTE
LA NIVELACIÓN
Y CORRECCIÓN
DE
PENDIENTES?

En el riego por superficie, e independientemente del método, la nivelación del terreno es un factor clave para obtener una aceptable eficiencia de riego, debido a que se logra un avance uniforme del agua entre la cabecera y pie del cultivo y una distribución de humedad, homogénea.

En los terrenos mal nivelados, en los sectores bajos se produce saturación y exceso de humedad mientras que en los altos el riego es deficitario. Como consecuencia de esto, no se logra un abastecimiento de humedad adecuada en cada riego y durante el ciclo de cultivo se produce una disminución en los rendimientos y calidad de los productos a obtener. Además, por la falta de nivelación se utilizan mayores volúmenes de agua.

¿QUÉ SE
RECOMIENDA
PARA
DISTINTAS
SITUACIONES?

▪ **Terrenos nuevos a habilitar** Antes de la habilitación para cultivo, si las condiciones topográficas lo permiten, se recomienda la nivelación “a cero” o bien en terrazas conforme a la pendiente, para lograr uniformidad, evitar escurrimientos al pie y lograr un máximo aprovechamiento del agua.

En terrenos incultos nivelados próximos a utilizar, se recomiendan los retoques de niveles en la etapa de preparación del suelo. Durante un riego general, y a través de la simple observación, se pueden detectar sectores donde se produce anegamiento y también aquellos que, por ser altos, el riego será deficitario. Esto permitirá corregir problemas de microrrelieve anticipadamente a la habilitación para cultivo.

▪ **Sectores cultivados** Se recomienda durante el riego o una vez concluido este, detectar sectores que no se encuentren bien nivelados, de manera que antes que

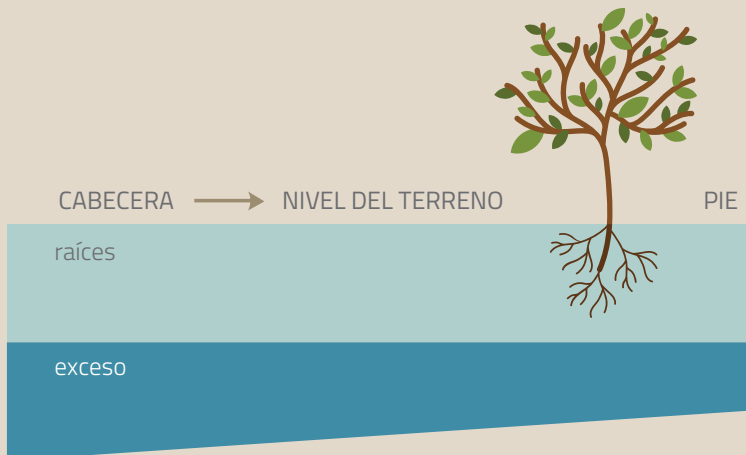
proceder al próximo riego se realicen los movimientos de suelo y retoques necesarios para corregir los niveles.

Por las labranzas de preparación de suelos (normalmente se realizan con tractor en cultivos de vid y frutales), es frecuente que en la salida de los perimetrales de los cuadros se formen altos que no se riegan lo suficiente y se acumulan sales. Como consecuencia, y por efecto de la salinidad y riego insuficiente, se pierden plantas o son afectadas con síntomas de intoxicación de cloruros y boro. En estos casos se recomienda efectuar los trabajos necesarios para rebajar los altos (pala o rastrón), lavar los sectores y replantar.

Ejemplo

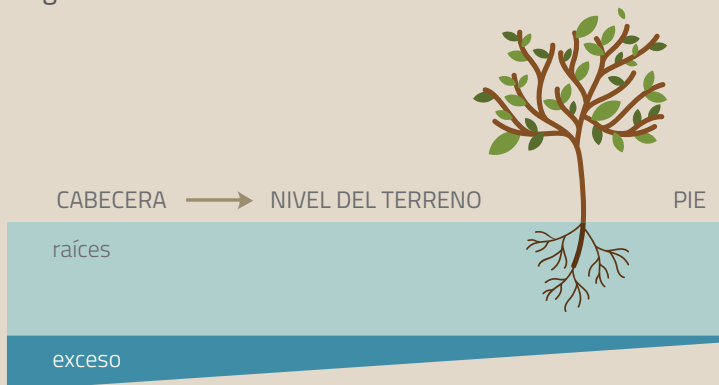
1° Situación original

El agricultor tiene un parral de uva cereza, implantado a 3,00 x 3,00m con suelo franco arcilloso (suelo pesado), deriva un caudal de 9 l/s en 8 melgas a la vez, por lo que el caudal por melga es de 1,13 l/s. En el tiempo total del turnado, que son de 16 hs, alcanzó a regar 36 melgas y en cada melga se colocó un volumen de 14 m³. Esta es entonces la situación original con que actualmente riega el productor. La gráfica a continuación muestra esa situación:



2° Situación mejorada

Con concentración del caudal y mejoramiento de la nivelación: el agricultor concentró todo el caudal en una sola melga y observó que había arrastre de partículas, por lo que pasó a dotar a 2 melgas, observando que ya no había arrastre de suelo. Quiere decir que en cada melga tuvo un caudal de 4,5 l/s. Asimismo, retocó los niveles. En este caso, llegó a regar en el turno de 16 hs. 45 melgas, con lo que obtuvo un incremento de superficie del 25% y en cada melga se colocó un volumen de 10,8 m³. La gráfica a continuación muestra esa situación:



Estos valores se han obtenido con un caudal muy bajo (9 l/s). Con caudales de unos 20 l/s se ha logrado en la práctica un incremento real de superficie del 30%.

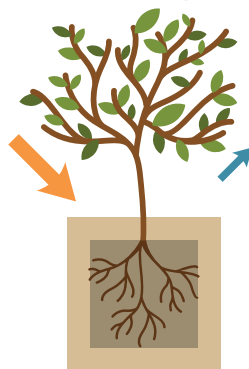
¿INFLUYE EL CAUDAL QUE INGRESA A LA FINCA EN LA EFICIENCIA DE RIEGO?

Al evaluar los caudales en los ramos comuneros, se ha comprobado que se emplean en muchos casos caudales muy bajos, que no permiten la obtención de buenas eficiencias de riego a nivel parcelario. Para obtener caudales del orden de los 30 a 60 l/s, una solución podría ser cambiar el esquema de entrega continua a los ramos por un esquema donde se turnen entre ramos. Por ejemplo, si se supone que hay 2 ramos de 100 y 110 ha respectivamente con 0,27 l/s/ha de dotación de riego, cada ramo recibiría en forma continua 27 l/s y 29,7 l/s respectivamente y si se llega a un acuerdo, podría recibir cada ramo un caudal de 56,7 l/s turnándose entre ellos. Ello contribuiría a incrementar la eficiencia de aplicación dentro de la parcela. Con este procedimiento, el regante recibe la misma cantidad de agua con un caudal mayor (el doble en el caso del ejemplo) y en la mitad del tiempo.

05. FRECUENCIA DE RIEGO

¿QUÉ IMPORTANCIA TIENE EL SUELO EN LA FRECUENCIA DEL RIEGO?

El suelo debe ser considerado un reservorio de agua del cual el cultivo va extrayendo la misma como si fuera una bomba durante el proceso de **evapotranspiración***



AGUA QUE ENTRA

=



AGUA QUE SALE

+



AGUA QUE SE ALMACENA

El agua que almacena un suelo está determinado por su textura. En la tabla 1 se muestran los valores usuales para los suelos del Valle del Tulum, San Juan.

TIPO DE SUELO	TEXTURA PREDOMINANTE	CAPACIDAD HÍDRICA (MM/M)*	CAPACIDAD ÚTIL DE ALMACENAJE (MM/M)
TEXTURA GRUESA (LIVIANA)	ARENOSO ARENOSO-FRANCO	70-80	45
TEXTURA MEDIA	FRANCO	110-130	72
TEXTURA FINA (PESADO)	FRANCO - ARCILLOSO ARCILLO - LIMOSO	140-170	93

* milímetros de agua retenida por metro de suelo. Fuente: estudio de Suelos y Drenaje V. del Tulum (1976).

Cuadro 1 Capacidad hídrica de los principales tipos de suelo en el Valle del Tulum.

* Evapotranspiración

Es el efecto combinado de la transpiración de las plantas junto con la evaporación directa del suelo. La eliminación de agua en forma de vapor por las plantas se denomina transpiración, proceso fisiológico imprescindible para que los vegetales puedan asimilar los elementos nutritivos del suelo.

Generalmente se usa sólo una parte del agua almacenada en el suelo, que se denomina "Capacidad de almacenaje" y que usualmente es el 60% del agua total.

Como se ve en la tabla, un suelo pesado tiene capacidad para retener mayor cantidad de agua que un suelo medio. Si se compara la capacidad útil de almacenaje de un suelo pesado (93 mm/m) en relación con un liviano (45 mm/m) se observa claramente que el contenido de humedad en el primero es de aproximadamente el doble.

¿QUÉ CANTIDAD DE AGUA NECESITAN LAS PLANTAS?

La eliminación de agua en forma de vapor por la planta se denomina transpiración, este proceso fisiológico es imprescindible para que los vegetales puedan realizar la fotosíntesis y asimilar los elementos nutritivos del suelo. Este no se puede separar de la evaporación directa del suelo, por lo tanto cuando hablamos de las necesidades de agua de las plantas nos referíamos a la evapotranspiración, que es la suma de los dos procesos.

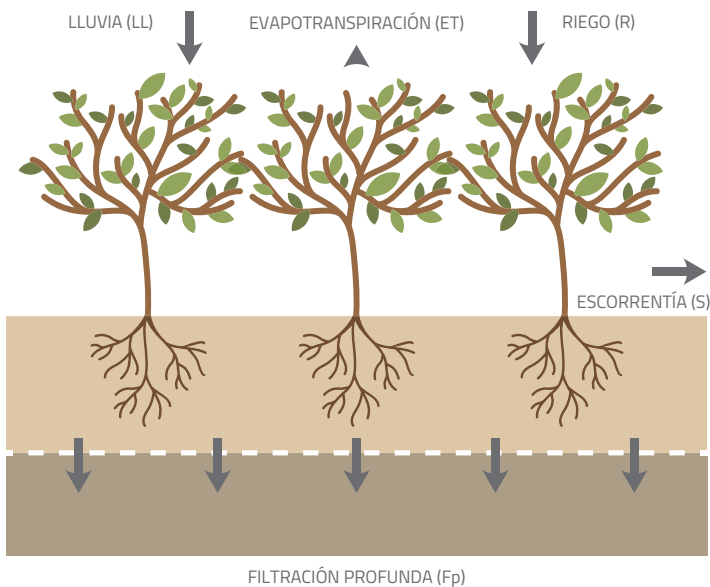


Fig. 11 Ciclo del agua en el riego.

La evapotranspiración varía según el ciclo del cultivo. Por ejemplo en vid, en primavera y otoño, es usual que consuma entre 3 y 4 mm de agua por día, mientras que en pleno verano puede encontrarse entre 8 y 12 mm/día.

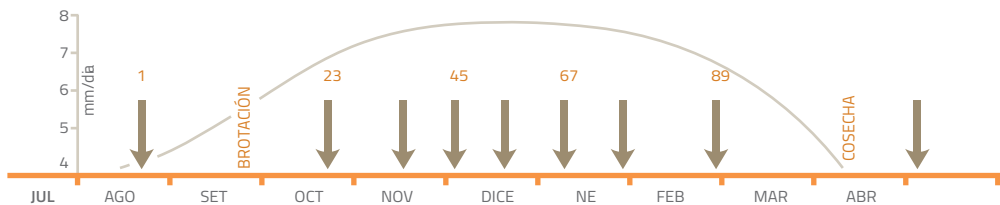


Fig. 12 Curva de evapotranspiración en vid común - San Juan.

EJEMPLO

Vid con una evapotranspiración en primavera u otoño de 3mm/día, en un suelo liviano (capacidad útil de almacenaje 45 mm) se tendría que volver a regar en 15 días (este dato resulta de dividir la capacidad útil de almacenaje del suelo en la evapotranspiración del cultivo). Mientras que si el productor también tiene un cuadro con el mismo cultivo con suelo pesado tendría que volver a regar a los 31 días (93 mm/3mm x día).

RIEGOS (PREBROTACIÓN)		TIPOS DE SUELO		
		15 DÍAS ANTES DE LA BROTAÇÃO		
MES/SEMANA	TEXTURA FINA Suelo Pesado	TEXTURA MEDIA Suelo Medio	TEXTURA GRUESA Suelo Liviano	
OCTUBRE	1° semana			
	2° semana			
	3° semana			●
	4° semana	●	●	
NOVIEMBRE	1° semana			●
	2° semana			
	3° semana		●	●
	4° semana	●		
DICIEMBRE	1° semana		●	●
	2° semana	●		●
	3° semana		●	●
	4° semana	●	●	●
ENERO	1° semana		●	
	2° semana	●		●
	3° semana		●	●
	4° semana	●	●	●
FEBRERO	1° semana		●	●
	2° semana		●	
	3° semana	●		
	4° semana			●
MARZO	1° semana		●	
	2° semana			●
	3° semana		●	
	4° semana			
TOTAL RIEGOS	7	11	13	

Cuadro 2 Intervalo de riego según tipo de suelo para cultivo de vid común en San Juan.

Como se puede ver, los riegos son más distanciados al principio del ciclo del cultivo (primavera) y al final (otoño). La cantidad de riegos también varía de acuerdo al tipo de suelo. Obsérvese que para el ejemplo dado, para el mismo cultivo, en suelo liviano se dan 13 riegos, en un suelo medio 11 y en un suelo pesado 7 riegos.

El último riego depende mucho de la fecha de cosecha. En la práctica suele efectuarse un riego poscosecha para el laboreo del suelo, zanjeo e incorporación de restos vegetales y enmiendas orgánicas (estiércol). Es común además la siembra de vicia como abono verde como aporte de materia orgánica, incorporar nitrógeno para mejorar problemas de estructura de suelos.

EN INVIERNO, ES NECESARIO REGAR?

En cultivos perennes como el olivo, el riego es necesario durante todo el año y las necesidades de riego están en función de la evapotranspiración, la cual es mayor en pleno verano, disminuye en otoño y primavera y es mínima en invierno.

En cambio en los cultivos de hoja caduca (vid y frutales) la necesidad de riego comienza a partir de la brotación/floración y hasta la senescencia (amarillamiento de hojas). Fuera de ese periodo no hay consumo por parte del cultivo y la aplicación del riego no es necesaria. Una modalidad muy común es la aplicación en vid de riegos innecesarios en prebrotación, es decir entre que comienza la entrega de agua después de la suspensión del riego y los trabajos de monda de canales. Por lo general se aplica un riego de asiento (suelo arado) y luego otro posterior, al recibir el próximo turno y antes de brotación.

¿QUÉ OTRAS TÉCNICAS PUEDO UTILIZAR PARA DECIDIR CUANDO REGAR?

Otra medida de importancia que se puede tomar es la medición de la humedad del suelo. En este aspecto hay disponibles tecnologías para determinar la humedad actual antes de riego. Existen tanto métodos sencillos y económicos como otros más tecnificados y que requieren mayor inversión. Nos referiremos a un método sencillo y práctico que permite ajustar, en buena medida, la oportunidad de riego y tomar la decisión de regar o no el cultivo. El método consiste en extraer muestras de suelo de las

zonas de raíces con una pala o barreno. La humedad para diferentes tipos de suelo se puede estimar con bastante aproximación utilizando la guía que se presenta a continuación.



A TENER EN CUENTA

La observación visual directa de la superficie del terreno no es útil para decidir si es necesario regar. Aunque los primeros centímetros estén secos puede haber humedad en la zona de raíces. La mayor actividad de raíces se encuentra por debajo de la superficie del terreno (entre 5 y 15 cm).

HUMEDAD DISPONIBLE (%)	TEXTURA GRUESA (ARENOSA)	TEXTURA MEDIA (FRANCA-FRANCA ARENOSA)	TEXTURA FINA A MUY FINA (FRANCA LIMOSA A ARCILLOSA)
100% (Capacidad de campo)	Al comprimir no sale nada pero queda una huella húmeda en la palma.	Al comprimir no sale nada pero queda una huella húmeda en la palma.	Al comprimir no sale nada pero queda una huella húmeda en la palma.
75%	Tiende a aglomerarse ligeramente. Bajo presión se forma una bolita que se disgrega fácilmente.	Se forma una bolita que se moldea fácilmente. Es muy untuosa si el contenido de arcilla es alto.	Se forma un cilindro con facilidad al amasar entre los dedos. Es untuoso al tacto.
50%	Seco aparente. No se puede formar una bolita amasándolo.	Se puede formar una bolita relativamente plástica, algo untuosa al presionarla.	Se forma una bolita o pequeño cilindro cuando se amasa entre los dedos.
25%	Seco en apariencia. No se puede hacer una bolita con los dedos.	Se amigaja pero se mantiene relativamente compacto cuando se la somete a presión.	Relativamente moldeable. Se puede formar una bolita cuando se presiona un poco.
0% (Marchitez permanente)	Seco, suelto, se desgrana entre los dedos.	Seco, costras que se reducen a polvo al romperse.	Duro, muy reseco, apretado, con costras que se disgregan en la superficie.

Cuadro 3 Estimación de la humedad al tacto para diferentes tipos de suelo. Textura fina.

¿QUÉ VA A PASAR CON EL NIVEL FREÁTICO SI EL RIEGO ES EXCESIVO?

Al regar en exceso, el agua que percola produce el ascenso del nivel freático. Existe un equilibrio natural entre el desarrollo de raíces y el área foliar de una planta. En consecuencia, con poco desarrollo de raíces se tendrá un escaso desarrollo aéreo y así menor producción.

Con Influencia del Nivel Freático

Influencia del Nivel Freático
Menor desarrollo foliar
Menor producción

Sin Influencia del Nivel Freático

Mayor desarrollo de raíces
Mayor desarrollo foliar
Mayor Producción

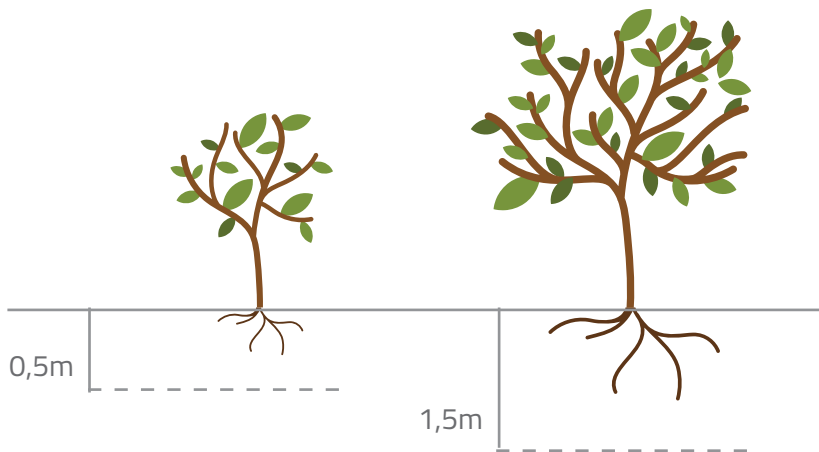


Fig. 13 Influencia del nivel freático sobre la exploración radicular.

Si el nivel freático se encuentra cercano (ej.: 0,50 m) sólo se va a poder disponer de raíces en la franja entre 0 m a 0,50 m, mientras que si la freática se encuentra a 1,50 m las raíces tendrán la posibilidad de desarrollarse entre 0m a 1,50m.

Muchas veces, aunque el nivel freático no perjudique a sus cultivos, su exceso de riego puede afectar a los vecinos ubicados en zonas topográficamente más bajas.

06. TÉCNICAS DE MEJORAS DEL RIEGO EN CABECERA

Todo lo visto anteriormente sirve para mejorar la eficiencia con que usaremos el agua de riego en la parcela y en la finca. A continuación se tratará sobre técnicas para mejorar y facilitar la forma en que vamos a aplicar el agua a los surcos y a las melgas.

¿QUÉ TÉCNICAS EXISTEN PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN CABECERA DE LOS CULTIVOS?

Es posible mejorar la distribución y uniformidad del agua a nivel de la cabecera de riego. La adopción de las alternativas depende del tipo de cultivo y la rentabilidad esperada. A continuación se muestran las técnicas más utilizadas.

- **Lona regadora** También conocido como dique plástico. Es un sistema muy práctico que reemplaza a los tapones de tierra cuando no se cuenta con compuertas frontales en la acequia regadora.

Consiste en un film de polietileno o PVC de 200 o 300 micrones que se enrolla en un tronco y es colocado transversalmente a la acequia adaptándolo a la geometría de la misma. Son de bajo costo, de construcción sencilla y ahorran tiempo y mano de obra (Foto).

Las lonas regadoras son ampliamente utilizadas, solas o como elementos para dar carga de agua a los sifones para riego. Facilita en gran medida la labor de riego. Con estos elementos, siempre se riega desde aguas arriba hacia aguas abajo y se emplea un mínimo de 2 lonas. De esa forma, mientras la lona de aguas arriba está derivando el agua hacia las tapadas o aberturas, la siguiente se va colocando aguas abajo. Cuando el riego finaliza en una abertura, solamente hay que extraer manualmente la lona levantando el bastidor y el agua pasa a la siguiente ubicada aguas abajo. Una variante es con una salida de desborde por la parte superior como se puede ver en la figura 14.



FOTO 03 Lona regadora con vertedero.

▪ **Sifones para riego.** Su uso está cada vez más difundido en las zonas bajo riego por su practicidad y bajo costo. Se adaptan con éxito en cultivos hortícolas y también pueden utilizarse en cultivos permanentes (vid, frutales, olivo).

Consisten en tubos curvos de plástico (PVC), de 1,20 a 1,50 m de largo. Los diámetros más comunes son de 40 a 50 mm., dependiendo del cultivo y el caudal necesario. El agua es conducida a los surcos sin necesidad de abrir entradas o piqueras, de esta manera se facilita el trabajo del operario de riego.

Para hacerlos funcionar es necesario “cebarlos”, lo que significa introducirlos en la acequia y llenarlos con agua mientras se tapa un extremo. Inmediatamente se vuelcan sobre el bordo hacia el surco. Al principio es dificultoso y suelen descargarse por el ingreso de aire. Un regador experimentado puede poner en funcionamiento una serie de treinta sifones en un tiempo reducido (10 minutos o menos).

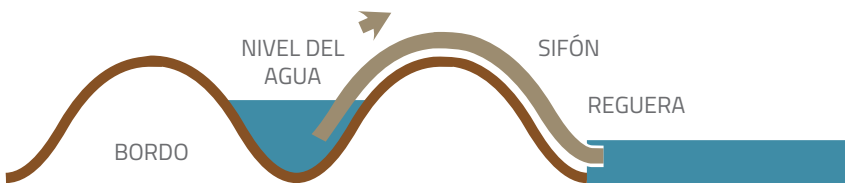


Fig. 14 Corte de un sifón de riego.

Entre sus principales ventajas se destaca

- Distribución uniforme en el frente de riego debido a que todos los sifones erogan un caudal similar y el avance es parejo, aumentando la distribución del agua.
- Son portátiles, lo que permite que con un número reducido de sifones se pueda regar una superficie extensa, ya que se van trasladando a lo largo de la acequia a medida que se van regando los distintos sectores. Un solo operario adiestrado puede operar hasta 50 sifones manejando el riego en una superficie de 10-15 ha.
- Se evitan roturas de bordos en la acequia regadora, lo cual es un problema en los primeros riegos (de asiento), donde la acequia todavía no es firme.
- Son regulables, lo que permite el manejo del riego con dos caudales como es recomendable en riegos con pendiente y escurrimiento al pie.



FOTO 04 Conjunto de sifones en almácigo de cebolla.



FOTO 05 Sifones de riego en vid por sistema de surcos.

▪ **Caños plásticos.** Consiste en tubos de plástico de 10 a 15 cm de diámetro, con un cierre que puede ser una manga de polietileno o tapas plásticas. Se adaptan tanto para melgas como para surcos en cultivos permanentes y anuales (alfalfa, cereales, frutales, etc.). Su instalación es permanente en la acequia, en lugares donde no interfiera con las labores culturales (línea de plantación o en el medio del interfilar o melga). Las ventajas del sistema son la uniformidad en el avance por la aplicación de caudales similares (instalándolos a nivel), que evitan roturas de bordos en acequias y se ahorra tiempo y mano de obra.



Fig. 15
Tubos plásticos a nivel.



FOTO 06 Detalle tapa tubo plástico.



FOTO 07 Instalación de tubos a nivel.

▪ **Mangas para riego.** Reemplazan las acequias en tierra por un conducto flexible con compuertas, lo cual evita las pérdidas por filtración en su recorrido y además facilita la aplicación y el control del caudal en las unidades de riego (surcos-melgas). Son tuberías de polietileno (PE) o de otro material flexible que funcionan con muy poca presión (carga de agua en la acequia). Vienen en diámetros de hasta 22 pulgadas, pudiendo transportar hasta 100 l/s.

Poseen unas compuertas que permiten derivar el agua y cuya distancia entre ellas dependerá del ancho de las melgas y del espaciamiento del cultivo. Las conexiones a la fuente de riego o para derivación son muy sencillas. Se utilizan tambores metálicos de 200 l a los que se les suelda tramos de tubos del diámetro necesario. Los tambores cumplen la función de derivadores y a su vez sirven para ajustar la pendiente (cuando es excesiva) y por lo tanto disminuir la presión en el interior de la manga. La derivación puede ser en T o en codo como se muestra en la Figura 23. La unión entre mangas se puede realizar con cuplas del diámetro necesario. La fijación manga-unión (para que no se pierda agua), se realiza con flejes flexibles de caucho.

Para San Juan y zonas áridas bajo riego, se recomienda en cultivos hortícolas en general y en viñedos y frutales cuando existen acequias donde hay pérdidas importantes por infiltración (suelos pedregosos y textura gruesa) o con pendientes pronunciadas.

El costo de este elemento de riego no es muy elevado y depende del diámetro seleccionado, pudiendo llegar a una durabilidad de 2 a 3 ciclos si se tiene cuidado cuando se realizan labores culturales que exigen su remoción del terreno. Para ello se bobinan de nuevo, cuidando de no perder las compuertas.



FOTO 08
Instalación de campo.



FOTO 09
Manga en funcionamiento.



FOTO 10
Detalle de compuertas



FOTO 11
Tacho derivador

La tubería lleva unas compuertas regulables frente a cada surco o grupo de surcos. Están construidas de tal forma que pueden ser reguladas. Las que se encuentran más próximas a la entrada de agua cuentan con mayor presión y por ello erogarán más agua que las que se ubiquen al final, por lo que es necesario regularlas para obtener un caudal uniforme en todas las aberturas.

Entre las principales ventajas se destaca la uniformidad en la distribución del riego y la eliminación de las pérdidas por conducción. Como inconveniente se presenta una mayor demanda de la mano de obra para el traslado y acople de las tuberías.

07. OTROS ASPECTOS

EL CONTROL DE MALEZAS

En la hidráulica del riego por superficie, las malezas interfieren directamente en el escurrimiento y avance del agua, provocando riegos más lentos que se traducen en un tiempo de riego mayor al necesario y disminución de la eficiencia de aplicación.

En consecuencia, es necesario el control de malezas en forma mecánica y/o química (mediante herbicidas) para obtener avances rápidos y uniformes del frente de riego. El tratamiento con herbicidas, desde el punto de vista del riego es la mejor alternativa, ya que el laboreo del suelo crea condiciones desfavorables al avance del agua y requiere un mayor volumen en el próximo riego (riego de asiento).

MANO DE OBRA CON RELACIÓN A LA ATENCIÓN DEL RIEGO

La falta de atención en el riego es otra de las causas de pérdidas de agua y disminución de la eficiencia. Es necesario que el operario se ocupe exclusivamente de la atención al riego sin compartirlo con otras actividades.

Los riegos nocturnos son menos controlados y por lo general se aplican láminas excesivas porque el agua muchas veces queda en el cuadro en forma "tendida" excediendo el tiempo necesario de riego. Cuando corresponda regar de noche se recomienda prestar la misma atención y control que durante el día.

08. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

El siguiente gráfico muestra la interacción entre los distintos factores que se han estado estudiando. Un factor de corrección por sí solo, introduce sólo una pequeña modificación; pero si se toman en cuenta a todos, se logrará un incremento notable en la eficiencia en el uso del agua de riego.



Los diferentes aspectos desarrollados permitirán sin duda alguna tomar acciones para una temporada escasa en el recurso hídrico. Hay que tener en cuenta que las técnicas de riego propuestas no sólo se deben considerar en los periodos de escasez del recurso, que es cada día más limitado, teniendo en cuenta la competitividad con otros usos.

Finalmente, hay que considerar que si en este ciclo 2010-11 se fuera a entregar un 20% menos de agua que en el ciclo anterior, aún así queda un buen margen para satisfacer la necesidad de los cultivos si se aumentara la eficiencia de riego.



Este manual ha sido realizado y producido en el marco de los proyectos de riego que la Provincia de San Juan lleva adelante a través del Ministerio de Producción y Desarrollo Económico, en articulación con el Departamento de Hidráulica y el INTA, con el financiamiento del Programa de Servicios Agrícolas Provinciales, PROSAP/UCAR.

AUTORES

Ing. Agr. Nicolás C. Ciancaglini PROSAP: Coordinador Área Riego y Drenaje.
Técnico Hidráulico Mario Liotta INTA EEA San Juan: Responsable Riego y Drenaje EEA INTA.
Ing. Agr. Alfredo Estevez PROSAP: Coordinador componente de Asistencia Técnica.
Esp. en Riego Rolando Carrion PROSAP: Responsable Área de Riego.
Ing. Civ. Marta Paz PROSAP/INTA: Coordinadora Técnica Proyectos de Riego.
Lic. María Luisa Graffigna PROSAP: Responsable Área Social.

EQUIPO PROSAP/INTA

Ing Hector Llera PROSAP: Coordinador Unidad Ejecutora Central Provincial de Proyectos Agropecuarios- UECPPA - MPyDE San Juan. Ing. Marta Paz, Ing. Orlando González, Ing. Nicolás Ciancaglini, Ing. Maximiliano Delgado, Ing. Mauro Cippitelil, Ing. Diego Molina; Lic. Luisa Graffigna; Lic. Lourdes Reggio, Esp. Rolando Carrión, Lic. Renata Campi, Lic. Natalia Casadidio, Lic. Gabriela Tomsig, Tec. Daniel Sagua, Tec. Gabriel Navarro, Ing. Agr. Juan M Gioja, Tec. Sergio Montaña, Tec. Federico Romero, Tec. Federico García, Tec. Alfredo Reyes, Tec. Luis González, Tec. Mariela Morales, Tec. Fabián Abad. **Técnicos INTA:** Ing. German Babelis; Esp. en RyD Mario Liotta, Ing. Alfredo Olguín, Tec. Pedro Gil e Ing. Débora Lavanderos.

