

Fig. 36. Relaciones típicas de descarga y presión para microaspersión

En la figura 36 podemos apreciar que a mayor presión de trabajo en el microaspersor mayor será el caudal emitido por este.

#### 40. RIEGO POR GRAVEDAD

La característica principal del riego por gravedad es la forma de distribuir el agua en el suelo. Esta distribución es por gravedad. Al avanzar el agua sobre la superficie del suelo se produce simultáneamente la distribución del agua en la parcela y la infiltración de la misma en el perfil del suelo.

#### Red de distribución

- El agua puede llegar hasta la parcela por medio de cualquier sistema de distribución, bien por tuberías (normalmente a baja presión) o por una red de canales y acequias donde el agua circula por gravedad.
- Dentro del sistema de riego la red principal tiene el cometido básicamente de transporte. En sistemas de acequias, el gasto conducido por gravedad es desviado mediante compuertas y partidores, manuales o automáticos hacia una red de distribución cuyos ramales de último orden constituyen la red terciaria, en el entorno inmediato a los tablares, dentro de la parcela. Subdivididos en módulos cada vez más pequeños, el gasto distribuido es entregado a las tomas en cabeza de los canteros.

#### Objetivos en el diseño:

- Equilibrio entre los procesos de avance e infiltración para que la lámina infiltrada en cada punto de la parcela sea similar.
- Evitar pérdidas por percolación profunda y por escorrentía superficial.
- Mejora de la eficiencia en la red de distribución.

#### Ventajas:

- Simplicidad de instalaciones e infraestructura.
- Fácil mantenimiento.
- El empleo de energía gravitatoria, conlleva necesidades energéticas escasas o nulas.

**Inconvenientes:**

- Generalmente, menor eficiencia de aplicación que los riegos por aspersión y goteo (mayor consumo de agua).
- Puesto que muchos están situados en tierras bajas, los sistemas por superficie tienden a estar afectados por inundación y salinidad si no se ha previsto un adecuado drenaje.
- Pueden provocar pérdidas de nutrientes por lixiviación y pérdidas de suelo por erosión.
- La superficie del terreno es el sistema de conducción y distribución por ello se requiere que la parcela esté nivelada.
- Dificultad de aplicar dosis bajas.
- Requerimientos elevados de mano de obra.
- Dificultades para la automatización y el telecontrol.

**PRÁCTICA No. 4**

Medición de la presión de trabajo de una cinta de riego con el manómetro.

**Objetivo:**

Aprender el uso del manómetro

**Materiales:**

- Manómetro

**Procedimiento:**

En una parcela donde sepamos que está funcionando el riego, seleccionamos el primer lateral (cinta) de riego, uno en medio y el último lateral para realizar las medidas de presión de trabajo.

Se cierra la válvula conector al inicio de la cinta, se suelta el nudo al final de la cinta y se inserta el manómetro al final de la cinta, se enrosca el conector que tiene el manómetro al final de la cinta de riego y se coloca en el suelo sin moverlo, después de un par de minutos se hace la lectura en el manómetro.

## OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIONES DE SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO

### Objetivo:

Conocer aspectos importantes sobre el mantenimiento y operación de sistemas de riego por goteo.

### 41. CAUSA Y SOLUCIÓN DE LAS OBSTRUCCIONES MÁS FRECUENTES EN LOS GOTEROS

Las cintas de goteo, después de un tiempo, comienzan a presentar problemas de taponamiento en los emisores. Esto se refleja en el campo cuando observamos partes de las camas o surcos secos; estas partes pueden ser de 30 cm o 5 m. Este problema se debe a la calidad del agua con la que estamos regando, el sistema de filtrado que tenemos y la forma y frecuencia con la que limpiamos todo el sistema.



Foto 79. Tramos secos por taponamiento de la cinta de riego.

#### 41.1. Obturaciones más frecuentes en el riego por goteo: Causas y soluciones

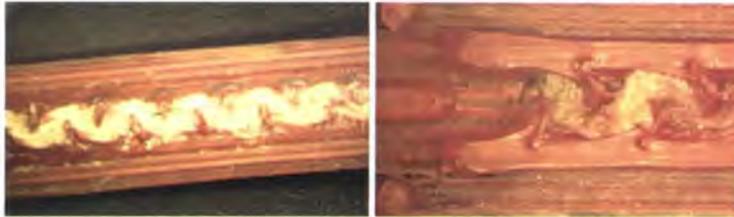
Las obstrucciones son partículas de arena, limo o arcilla, materia orgánica o cualquier otro elemento que obstruye el paso del agua a través de los goteros. Esto trae como consecuencia tramos secos que no están siendo regados en las líneas del cultivo.

Los tratamientos químicos más utilizados son la **acidificación** para disolver los precipitados químicos, la **cloración** y la **melaza** para descomponer la materia orgánica. El **ácido fosfórico (4 a 5 L/ha)** y la melaza se usan normalmente para prevenir y eliminar los precipitados químicos.

El **tratamiento con ácido** puede evitar la precipitación de carbonatos; si la precipitación ya ha comenzado, los carbonatos pueden disolverse manteniendo durante un tiempo el agua tratada con ácido en contacto con el material precipitado. Es necesario un análisis químico del agua para determinar la cantidad de ácido a aplicar.

La **cloración** es el tratamiento más eficaz y económico para destruir las algas y bacterias (y en general, la materia orgánica), consiste en la incorporación al agua de riego de hipoclorito de calcio. La aplicación de ácido durante el tratamiento con cloro mejora sensiblemente el resultado del tratamiento, debido a que el cloro es mucho más activo a pH ácido. Debe tenerse en cuenta la fitotoxicidad del cloro sobre cada cultivo, para determinar la dosis máxima de cloro a aplicar en los tratamientos. Se recomienda 1 kg/ha.

Los **precipitados blancos** indican presencia de carbonatos; los de color **marrón**, presencia de hierro, mientras que las obstrucciones ocasionadas por microorganismos presentan un aspecto grasiento de color **negro**.



**Fotos 80 y 81.** Precipitados de Calcio en el gotero.

#### 41.2. Partículas sólidas

Goteros: Quitar tapones finales de las líneas porta goteros dejando salir el agua 20 minutos. Colocarlos de nuevo. Si persiste la obturación, desmontar el gotero y lavarlo bajo agua, en el caso de goteros pinchados sobre la línea.

#### 41.3. Arena en la cinta

Goteros: Imprescindible el filtro de arena o hidrociclón y si aún continua, instalar un desarenador para prefiltrar el agua antes de la entrada al cabezal.

#### 41.4. Incrustaciones por precipitación de sales de hierro (Fe)

Goteros: Eliminar todos los empalmes y juntas de hierro (Fe) en la tubería de distribución de agua. Si el análisis de agua indica más de 1 ppm de Fe y si aún continúan las obturaciones, terminar el riego añadiendo al agua ácido nítrico al 65%, a razón de 500 a 1,000 ml por metro cúbico de la capacidad de la instalación es decir de la capacidad de conducción que tiene la tubería principal, las secundarias y la de distribución. No utilizar ácido clorhídrico a partir de 0.2 ppm de Fe. No emplear como fertilizante fosfato mono o bicálcico y con precaución el ácido fosfórico (4-5 L/ha) para disolver sólidos.

#### 41.5. Algas, bacterias

Goteros: Instalar filtro de arena o específico, limpiar con cloro 1 kg de hipoclorito de calcio al 65% por hectárea en los últimos 30 minutos de riego.



**Foto 82.** Algas en la cinta de riego.

#### 41.6. Incrustaciones por precipitación de sales de calcio (carbonatos y bicarbonatos)

Goteros: Limpiar cada día los filtros de malla y anillos. No usar fertilizante o abonos que contengan cal o la puedan producir.



**Foto 83.** Sales de calcio en la cinta.

Usar abonos de reacción ácida. En último extremo recurrir a la instalación de un descalcificador.

#### 41.7. Partículas de abono

Goteros: Usar fertilizantes solubles cuando sea posible y en las cantidades aconsejadas. Si no se puede comprar fertilizantes solubles, es necesario dejar el fertilizante granulado un día antes sumergido en agua y revolverlo bien hasta que se deshaga, siempre quedarán pequeñas partículas que no se disolverán, por este motivo debemos colar este fertilizante disuelto antes de pasarlo al barril donde se almacenará. Este filtrado se hace haciendo pasar el fertilizante diluido, a través de una tela tipo camiseta, en ella quedarán atrapadas las partículas más gruesas y estaremos protegiendo un poco más nuestras cintas de riego y los emisores o goteros.

Colocar filtros después del equipo de fertilización, como filtros de anillos. Evitar mezclas que provoquen precipitaciones, cuando apliquemos el fertilizante por el sistema de riego, el calcio (Ca) debe ser aplicado de último y por separado, **NO** se debe mezclar con el otro fertilizante como fósforo (P), nitrógeno (N) o potasio (K) ya que provocan precipitados.

#### 41.8. Barro pegado en el exterior

Después de que ha llovido puede quedar barro pegado sobre la cinta y los goteros, debido al salpique de la lluvia, cuando esto suceda se debe regar después de una lluvia, solo por unos 15 minutos.



Foto 84. Barro en el exterior de la cinta.

#### 41.9. Intrusión de raíces

Goteros: Si el **estrés hídrico** entre riegos origina la obturación del gotero por la intrusión de raíces, utilizar herbicidas antiraíces de poca movilidad como por ejemplo: la **Trifluralina**.

### 42. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

A continuación sugerimos recomendaciones para el mantenimiento de la cinta o tubos con el tratamiento:

1. **Martes:** Fertilización semanal del cultivo.
2. **Miércoles:** lavar la cinta y aplicar 20-25 L de melaza por hectárea en 30 minutos de riego para limpiar materia orgánica, pero luego de aplicar la melaza se debe regar unos 15 minutos como mínimo para que limpie toda la melaza que tienen las cintas. Cuando hay problemas de Nematodo *Meloidogyne* (Nematodo agallador), se puede aplicar 40 L de melaza por hectáreas, esto ayuda a controlarlos. Este tratamiento con melaza se realiza una semana de por medio y la siguiente semana inyectar 1 Kg de hipoclorito de calcio al 65% por hectárea en los últimos 30 minutos de riego. Este cloro que inyectamos necesitamos que permanezca dentro del sistema, al contrario de la melaza. Para lograr esto, al momento que pasen los 30 minutos de inyección hay que apagar el sistema o cambiar de lote inmediatamente para que no entre agua sin cloro a las cintas que estamos tratando.

Este cloro debe de permanecer un mínimo de 24 h, dentro de la cinta para que le permita actuar. Esta labor se realiza todas las semanas alternando una semana melaza y otra semana el cloro.

3. **Jueves:** lavar la cinta, abrir los nudos finales de la cinta de riego y también los tapones de limpieza que hayan en nuestro sistema, al menos una vez por semana.



Fotos 85 y 86. Limpieza de cinta de goteo.

Hay que mantener abiertos los finales de la cinta de riego hasta que el agua salga limpia, como se muestra en las fotos 85 y 86.



Fotos 87 y 88. Finales de tubería para limpieza.

Tapón de limpieza al final de la tubería de distribución, destaparlos una vez por semana para limpieza. Cada línea de tubería que tiene un final, debería tener una salida para la limpieza.



Foto 89. Nudo incorrecto al final de la cinta de riego.



Foto 90. Nudo correcto.

### 43. REPARACIONES DE FUGAS DEL SISTEMA

Las fugas en nuestro sistema causan pérdidas de agua, de presión, de la uniformidad de riego en la cinta que está rota y en todo el sistema. Hay encharcamiento que aumenta la proliferación de enfermedades del suelo como hongos y bacterias, en el caso de maíz lo predispone a la mancha de asfalto por ejemplo. Cuando estas fugas no se reparan mojan constantemente el suelo y como consecuencia comienzan a desarrollarse malezas, estas malezas atraen insectos que muchas veces son perjudiciales para nuestro cultivo y si tenemos fertirriego estaremos botando el fertilizante a través de estas fugas.

Al finalizar el ciclo de cultivo debemos recoger las cintas de riego, cuando hacemos la limpieza mecánica también, esto es para evitar daños a la cinta de riego por alguna herramienta. Antes de enrollar la cinta y guardarla, esta debe haber sido limpiada con cloro o melaza.

La cinta de goteo de 8 milésimas de espesor de pared puede durar tres y hasta cuatro ciclos si hay un buen mantenimiento de todo el sistema. En las cintas de goteo a menor espaciamento entre gotero, el orificio de este es más pequeño y por ende más fácil su obstrucción.

Cuando se tienen las camas emplásticasadas, por lo general la cinta de riego esta al medio, si el plástico no es pre perforado, se deberá tener el cuidado de no dañar la cinta de riego con el tubo perforador del plástico, para no ocasionar roturas en la cinta.



**Foto 91.** Fuga en la cinta de riego.



**Foto 92.** Reparación de fuga con tubín alambre de amarre.



**Foto 93.** Reparación de fuga usando un conector de cinta a cinta.



**Fotos 94 y 95.** Reparación de fugas utilizando neumático de bicicleta o moto.

## SOPA DE LETRAS

## Evaluación de las Unidades IV, VI y VII

W	E	C	Z	Y	B	P	M	U	R	P	U	O	A	S
G	O	T	E	O	R	O	V	A	Q	V	J	C	S	D
D	L	V	E	B	Q	M	B	Q	S	B	I	P	Q	E
M	R	I	M	N	F	I	C	F	L	D	H	P	Z	V
I	N	H	U	B	T	E	J	Q	O	G	O	S	R	K
L	Ó	Z	F	N	W	B	K	F	I	U	X	I	K	E
B	I	I	E	N	H	Y	O	S	N	H	K	E	Z	U
T	C	C	T	M	O	S	V	D	E	R	E	R	E	E
K	A	W	G	G	F	I	L	G	W	K	G	H	Q	N
S	R	O	B	O	C	Z	S	A	C	T	U	U	Q	Y
E	O	Y	R	K	C	N	S	R	W	T	S	V	V	F
N	L	I	E	S	D	K	S	R	E	S	L	O	K	V
M	C	M	T	Q	R	K	Y	I	K	P	X	A	P	U
O	R	T	E	M	Ó	I	S	N	E	T	S	R	G	N
N	L	I	L	V	O	B	I	E	T	X	J	A	H	Y

1. Es un multiplicador que se llama factor de cultivo representado usualmente por Kc.
2. Es un instrumento que indica el estado de la humedad del suelo.
3. Es la unidad de medida comúnmente usada para medir tensión por los tensiómetros.
4. Método que logra un humedecimiento directo del suelo por medio de gotas de agua puntuales distribuidas en la parcela y caracterizadas por tener una baja descarga.
5. Método de riego en el que el agua a presión es lanzada al aire y cae en forma de lluvia al terreno.
6. Método de riego que en el cual el agua avanza sobre la superficie del suelo se produce simultáneamente la distribución del agua en la parcela y la infiltración de la misma en el perfil del suelo.
7. Se usa normalmente para prevenir y eliminar los precipitados químicos en la cinta de goteo.
8. Es el tratamiento más eficaz y económico para destruir las algas y bacterias en la cinta de riego.
9. Indican presencia de carbonatos en la cinta de riego.

## PRÁCTICA No. 5

Hacer el nudo de la manera correcta al final de la cinta de riego y construir un conector de cinta a cinta, utilizando tubín y alambre de amarre para reparar fugas.

### Objetivo:

Conocer y realizar el procedimiento de construcción de un conector de cinta a cinta y la elaboración del nudo al final de la cinta.

### Materiales:

- Pedazos de cinta vieja
- Tubín o polietileno de 16 mm (15 cm de largo para un conector)
- Alambre de amarre
- Tenaza o alicate
- Cuchillo o machete

### Procedimiento para realizar el nudo al final de la cinta:

Corte un pedazo de cinta de aproximadamente 2 pulgadas, a esto se le llama anillo, corte la cantidad de anillos acorde con el número de cintas que tenga.

Realizar el nudo al final de la cinta de la siguiente manera: doble dos veces la cinta de riego hacia adentro del lote, después doble la cinta por la mitad pero a lo largo de lo que ya está doblado, luego meta la porción de la cinta doblada en el anillo previamente cortado, debe quedar apretado. Cuando se abran las válvulas del sistema y el agua llene las cintas, se deberá revisar que no haya fugas grandes al final de la cinta.

### Procedimiento para construir un conector de cinta a cinta.

Este conector sirve para hacer reparaciones y uniones de rollos o porciones de cinta.

Primero tome la porción (15 cm de polietileno de 16 mm o tubín), deberá hacer un corte de 45 grados comúnmente llamado chaflán, en ambos lados del tubín. Corte la porción de cinta dañada, teniendo el cuidado de hacer los cortes rectos en la cinta. Posteriormente introduzca los extremos cortados de la cinta en la porción de tubín hasta que se unan. Finalmente con el alambre de amarre se aseguran los dos extremos de la cinta introducidos en el tubín y se aprieta el alambre con la tenaza o el alicate.

## CÁLCULO DE MATERIALES Y CONSEJOS DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO

### Objetivo:

Conocer sobre los materiales a utilizar en la instalación y consejos para ésta.

### INTRODUCCIÓN

El cálculo de materiales es como un inventario de lo que se necesita para poder comprar e instalar un sistema de riego. Es fundamental, ya que nos puede ayudar a optimizar y ahorrar dinero. Es aconsejable que este cálculo se realice con base en un diseño, este no tiene que ser sumamente elaborado, pero sí deberá estar por lo menos dibujado en un papel, donde indique dónde está la tubería principal, la secundaria y cuánto miden de largo. También deberá presentar la longitud y el número de camas que tiene la parcela y cuántas cintas por cama habrá, ubicación del filtro, de la bomba y otros que estén incluidos en el sistema.

Para calcular cuánta tubería necesitaremos tenemos que saber cuánta distancia hay desde la fuente de agua o de la bomba hasta nuestra parcela, también medimos la distancia de la cabecera de la parcela donde estarán conectadas las cintas de riego, la distancia que exista la dividimos entre 5.95 m (un lance de PVC tiene 6 m de largo), se divide entre este valor y no entre 6 m, porque hay que restar la porción de tubo que queda dentro de la campana de la tubería cuando se unen dos lances de tubo de PVC. Al cortar de la tubería de PVC lo debemos hacer de la siguiente manera:



1. Corte el tubo en ángulo.



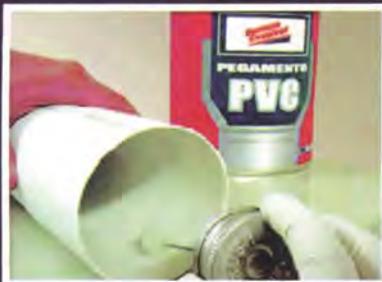
2. Elimine rebabas.



3. Limpie el tubo e interior de la conexión con un trozo de tela limpio y humedecido con limpiador de PVC.



4. Una las piezas en seco, para comprobar que el tubo y el accesorio encajan.



5. Utilizando el brochín, aplicar una capa delgada y uniforme de pegamento en la superficie interior de la conexión (deben ser delgada para evitar debilitamiento excesivo de la pared). Aplicar también con el brochín una capa generosa sobre el exterior del tubo.



6. Acople el tubo en la conexión mientras el pegamento está húmedo, mantenga juntos 30 segundos para evitar un mal pegue.



7. Limpie el exceso de pegamento. Espere 2 horas antes de manipular y 24 horas antes de hacer la prueba de presión.

Los accesorios de PVC se pueden visualizar mejor si dibujamos el sistema y observando si necesita codos, tee, etc. Cuando la línea de conducción cambia de un diámetro de tubería de 3 a 2 pulgadas, se necesita un reductor, al final de las tuberías se necesitan codos, adaptadores y tapones de PVC que serán lo que se denomina los finales para limpieza del sistema.

La cantidad de filtros de anillos dependerá de cuánta agua se haga pasar por ellos, el diámetro de los filtros, la calidad del agua, si realizaremos fertirriego, entre otras variables. Para parcelas menores o iguales a media manzanas, y que se regará en dos o tres turnos de riego, puede estimarse un solo filtro de 2", si la parcela es de 1 Mz y se regará en un turno de riego puede necesitar dos filtros de 2" o 3", todo depende de la cantidad de agua que se tenga que regar en el turno de mayor área. Si la calidad del agua es muy turbia (sucia) se necesitará un filtro de arena y un filtro de anillos. Para microaspersión y aspersión usualmente solo necesitamos filtros de malla, pero también pueden llegar a necesitar filtros de anillos, cada caso debe ser estudiado.

Los conectores para acoplar la cinta a la tubería de distribución se calculan basado en el número de camas o surcos que tengamos y para estimar la cinta de riego necesitamos el número de camas o surcos, más el largo de las camas, por ejemplo:

Si tengo una parcela de 1 Mz, es decir 84 m de largo por 84 m de ancho y un distanciamiento de cama de 1.5 m de centro a centro de cama, con esta información sacamos el número de camas, el número de conectores y la cantidad de cinta que necesitaremos, de la siguiente manera

$$\text{Número de camas} = \frac{84 \text{ m de ancho}}{1.5 \text{ m distanciamiento de cama a cama}}$$

$$56 \text{ camas} = \frac{84 \text{ m de ancho}}{1.5 \text{ m distanciamiento de cama a cama}}$$

En estas 56 camas, si tengo una cinta por cama necesito un conector por cama, del tipo inicial de tubo a cinta, si dejamos el tubo PVC superficial o utilizamos polietileno, entonces se necesitará 56 conectores.

Si el tubo de PVC lo enterramos, como lo recomienda el fabricante, la zanja debe tener de 30 a 40 cm de profundidad y necesitaremos tener tres accesorios por cama:

- Uno de estos es el conector inicial de PVC a polietileno de 16 mm o tubín (todos los conectores iniciales vienen con su respectivo empaque),
- Un pedazo de polietileno de 16 mm o tubín de 30 a 40 cm de longitud, que es lo que se denomina elevador.
- Un conector de polietileno o tubín a cinta de riego.

Entonces necesito 56 conectores iniciales, 56 pedazos de polietileno y 56 conectores de polietileno a cinta.

Perforación del tubo de PVC o el polietileno, se utiliza una broca de 5/8", con taladro o trépano, ya sea en polietileno o tubería de PVC, debemos tener el cuidado de no repasar mucho el agujero que se haga con el taladro o trepano ya que esto puede provocar que el agujero quede más grande y como consecuencia el empaque del conector quedará flojo y habrán fugas en este punto. Las fugas en los sistemas de riego presurizado traen como consecuencia pérdida de presión, encharcamientos, enfermedades radiculares al cultivo por exceso de humedad, crecimiento de malezas y estas malezas atraen insectos dañinos, que no queremos en nuestro cultivo.



Foto 96. Perforación de tubería.



Foto 97. Empaque inicial, llamado comúnmente gromet.



Foto 98. Conector Inicial de tubo a polietileno.



Foto 99. Elevadores de polietileno de 16 mm, comúnmente llamados tubines.



Foto 100. Conector de polietileno o tubín a cinta de goteo.

La cinta de riego la calculamos así:

Tomando el ejemplo que utilizamos para calcular los conectores, tenemos 56 camas y el largo de cama, en este caso todas son iguales, miden 84 m.

***Metros lineales de cinta de riego= Número de camas x largo de las camas***

***Metros lineales de cinta de riego= 56 camas x 84 m de largo de las camas***

***4,704 m lineales de cinta de riego= 56 camas x 84 m de largo de las camas***

Esta es la cantidad que se necesita si tenemos una cinta por cama, si tuviéramos dos cintas por cama, entonces este valor se multiplica por dos.

Los rollos de cinta de riego de 8 milésimas de grosor de pared usualmente traen 2300 metros lineales, el de 6 milésimas trae un poco más de 3000 metros. Si en este ejemplo vamos a comprar la cinta de 8 milésimas entonces para conocer la cantidad de cinta que necesito, solo divido el total de metros lineales entre los metro lineales que trae el rollo de cinta (la cinta en nuestro país solo se vende en rollos, no por metros).

Rollos de cinta = 4,704 m lineales que necesito ÷ 2,300 m lineales que trae el rollo

Rollos de cinta = 2.04 rollos, necesito comprar 2 rollos de cinta de goteo de 8 milésimas.

Accesorios para armar una válvula de aire en la línea de conducción.



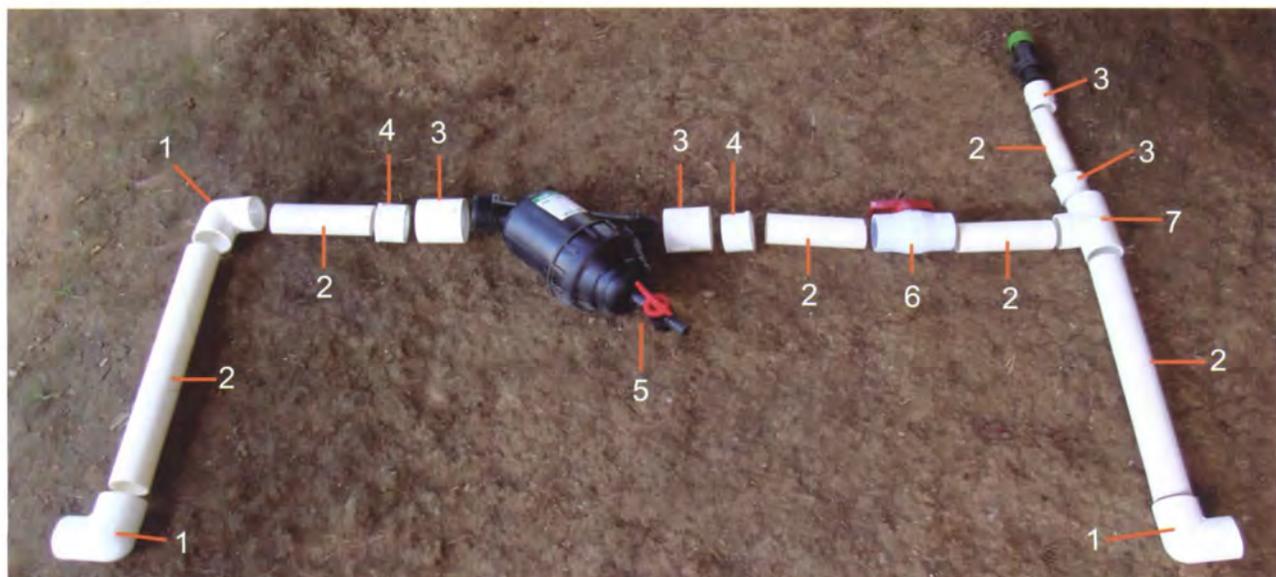
Foto 101. Válvula de aire de 2" armada.



Foto 102. Partes de la válvula de aire.



Foto 103. Válvula de control armada, con filtro y válvula de aire.



- |  |   |
|--|---|
| 1. Tres codo de 1 ½ pulgada de 90 grados.        | 5. Un filtro de 1 ½ pulgadas con rosca de 2 pulgadas. |
| 2. Seis niples (pedazos de tubo) de 1 ½ pulgada. | 6. Una válvula o llave de bola de PVC de 1 ½ pulgada. |
| 3. Cuatro adaptadores hembras de 2 pulgadas.     | 7. Una Tee de 1 ½ pulgadas.                           |
| 4. Dos reductores de 1 ½" a 2 pulgadas.          |   |

(En la fotografía de arriba, se identifican con números los accesorios descritos).

Foto 104. Accesorios para armar una válvula de control

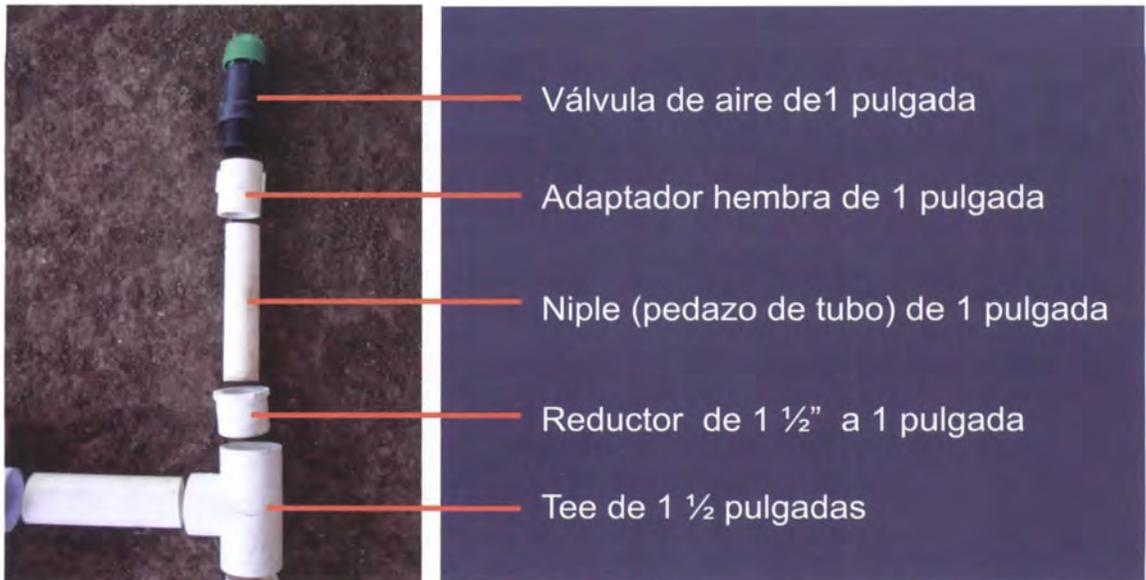


Foto 105. Accesorios para armar una válvula de aire en la válvula de control.



Foto 106. Final de limpieza de tubería.

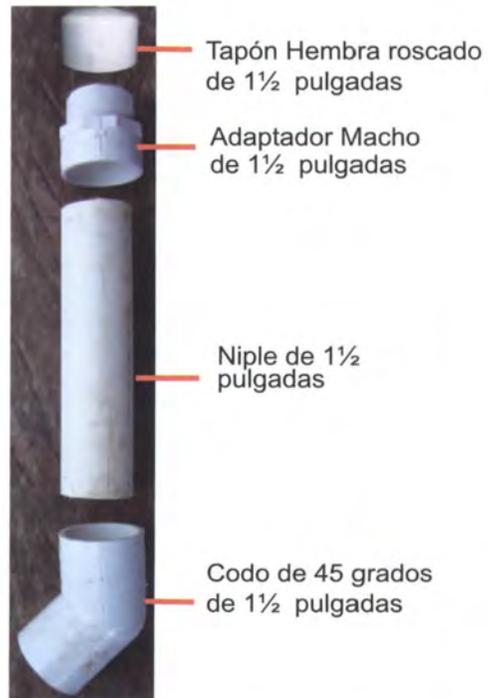


Foto 107. Accesorios para armar un final de limpieza de tubería.

Todos estos consejos son solo referencia y no deben ser tomados al pie de la letra, el cálculo exacto de materiales de un sistema de riego será el resultado de un diseño previo.

La cinta debe ser colocada con los goteros u orificios hacia arriba, esto es para evitar la sedimentación en los goteros, si los goteros quedan hacia abajo, cuando cerramos la válvula del sistema de riego entonces la manguera comienza a vaciarse y el sucio que está en la cinta de riego busca el punto más bajo para asentarse, y si el gotero quedo hacia abajo entonces parte del sucio se sedimentará en el gotero, esto provocará que nuestros goteros se obstruyan antes de que termine la vida útil de la cinta de riego. Algunas cintas vienen con una cinta blanca o azul en la parte que están los goteros, entonces debemos colocar la cinta con esa raya hacia arriba.



**Foto 108.** Aseguramiento de la cinta.

Cuando la cinta se acaba de instalar se puede asegurar amarrando el extremo final de ésta a una estaca o se pueden colocar pequeños trozos de palo para hacer una especie de horqueta, de manera que quede sujeta por ambos lados, esto se hace para que el viento no mueva nuestras cintas del centro de la cama donde las dejamos instaladas y donde queremos que rieguen, el no hacer esto muchas veces provoca tener que volver a pasar cama por cama para alinear la cinta de riego, esto es pérdida de tiempo y si tenemos trabajadores es pérdida de dinero por estar realizando una actividad que ya estaba hecha.

## Evaluación Unidad VIII

### Respuesta breve.

1. ¿Cuál es la medida de la broca que se utiliza para hacer los agujeros en la tubería para instalar los conectores iniciales para la cinta de riego?

R \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

2. ¿Cuántos metros lineales trae usualmente la cinta de riego de 8 milésimas?

R \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

3. ¿Cuál es la posición correcta en la que deben quedar instalada la cinta de riego, para evitar taponamiento en los goteros?

R \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## EL DRENAJE

### Objetivo:

Conocer aspectos generales sobre el drenaje de los suelos.

### 44. CONSTITUCIÓN DEL SUELO

El suelo está constituido por una fase sólida, líquida y gaseosa. Para que las semillas germinen, las plantas crezcan, se desarrollen adecuadamente y produzcan altos rendimientos, es necesario que en el suelo coexistan equilibradamente las tres fases: la fase sólida, representada por las partículas de suelo; la fase líquida, representada por el agua; y la fase gaseosa, representada por el aire.

Bajo condiciones de mal drenaje o de exceso de agua, el aire presente en el suelo es removido y el espacio libre es ocupado por el agua. En tales circunstancias, las plantas son afectadas en sus procesos esenciales, debido a que el oxígeno es indispensable para la respiración de las raíces. El drenaje es una tecnología que tiene como objetivo fundamental, disminuir el exceso de agua acumulada, tanto en la superficie como en el interior del suelo, con el fin de mantener las condiciones óptimas de aireación y actividad biológica indispensables para los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo radicular.



Fig. 37. Suelo sin drenaje y otro con drenaje.

La mayor parte de las discusiones sobre sales del agua en el suelo, se refieren en general a minerales disueltos en el agua. Estos incluyen comúnmente componentes de calcio, magnesio, potasio, sodio, cloro y sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y nitratos. Toda el agua del suelo tiene algunos minerales en solución y en altas concentraciones, estos pueden ser dañinos para el crecimiento del cultivo. Hay un

rango amplio de tolerancia de los cultivos a las sales; algunos son muy tolerantes a altas concentraciones y otros son muy sensibles. Los problemas con la salinidad son generalmente peores en las áreas áridas y semiáridas, porque hay menos lixiviación de sales por la lluvia.

El drenaje puede ser artificial o natural. La mayoría de tierras tiene drenaje natural superficial y subterráneo. Cuando el drenaje natural no elimina el exceso de agua y/o salinidad en una forma y cantidades adecuadas, se deberán construir estructuras de drenaje. El riego más la lluvia deberán ser suficientes para proporcionar una percolación profunda que mantenga la zona de las raíces libre del exceso de agua y que evite la acumulación de cantidades dañinas de sal. Si la capacidad del drenaje natural no es adecuada, el diseño de un sistema que proporcione un drenaje adecuado debe considerar la profundidad y el espaciamiento de los drenes de modo que se mantenga el nivel freático a una profundidad suficiente bajo la superficie del suelo para no interferir con las raíces del cultivo. El drenaje no es una ciencia

exacta, aunque son útiles varios criterios teóricos, el diseño de los sistemas de drenaje se basa en gran parte de la experiencia práctica.

#### 45. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN EL GRADO DE DRENAJE

La estructura y textura del suelo hacen a su drenaje, pero también es un factor muy importante el relieve, la vegetación y el nivel freático. Para el estudio del suelo se discrimina el drenaje externo y el drenaje interno.

El drenaje externo está dado por el escurrimiento superficial y el drenaje interno por la infiltración y la percolación. La infiltración es el ingreso del agua al suelo hasta la saturación, y la percolación es el proceso por el cual el agua recorre (acción de la gravedad) el perfil del suelo luego de la saturación.

Una de las propiedades físicas importantes es el de la permeabilidad, es decir la capacidad de permitir el pasaje del agua. La permeabilidad es distinta para cada horizonte y es una expresión muy relacionada a la textura, estructura y proximidad de la napa freática. Todas estas variables en conjunto describen el drenaje interno del suelo, el que se ha caracterizado en siete clases.

1. **Muy Pobrementemente Drenado (MPD).** Son suelos que poseen rasgos de hidromorfismo desde la superficie, los colores de los horizontes poseen colores con matices propios de condiciones de reducción. El escurrimiento es nulo o muy lento y en ocasiones es centrípeto. Los suelos que pertenecen a esta clase se encuentran en depresiones, bordes de lagunas, planicies aluviales. Puede ocurrir también que tengan el nivel freático muy próximo a la superficie o están sometidos a períodos de anegamiento o inundación, vegetación que soportan está dada por hidrófita, helófitas y muchas veces también halófitas.
2. **Pobrementemente Drenado (PD).** Son suelos que se mantienen gran parte del tiempo mojados o con el nivel freático manteniendo la humedad de los horizontes, puede ocurrir también que uno de los horizontes tenga una muy lenta permeabilidad, en áreas de llanura con pastizal pueden tener "enlames" superficiales.
3. **Imperfectamente Drenado (ID).** Saturados con agua por lapsos importantes producto de un horizonte de muy lenta permeabilidad o efecto de capa freática. Por lo general la base del horizonte A tiene moteados.
4. **Moderadamente Bien Drenado (MBD).** Estos suelos suelen presentar moteados y/o concreciones en los horizontes B o C, generalmente tienen un horizonte de permeabilidad moderadamente lenta y un nivel freático que con las lluvias puede afectar la base del suelo.



Foto 109. Campos de cultivo con mal drenaje.

5. **Bien Drenado (BD).** Formados por texturas medias, son suelos que carecen de moteados y otras características que evidencian una limitación en el drenaje, la permeabilidad de un horizonte en el perfil suele ser moderada, y se desarrolla en lugares con relieve normal. Se trata de suelos con condiciones óptimas de drenaje reteniendo la cantidad de agua suficiente como para cederla. La capa freática no afecta la base del suelo y por lo general es profunda respecto de este.
6. **Algo Excesivamente Drenado (AED).** A menudo son suelos que poseen texturas gruesas con escasa diferenciación de horizontes, su drenaje interno es rápido generando una deficiente retención de humedad, Son suelos asociados a un relieve normal pero con pendientes que pueden llegar a ser pronunciadas.
7. **Excesivamente Drenado (ED).** Restringidos generalmente a relieves pronunciados, drenaje interno rápido con nula retención de humedad debido a su gruesa textura o por efecto de escurrimiento externo rápido debido a la pendiente, son suelos que poseen escaso desarrollo genético.



Foto 110. Drenaje superficial.

#### 46. BENEFICIOS DEL DRENAJE

En los suelos saturados, figura 38, la falta de oxígeno evita la creación de formas utilizables de nitrógeno y azufre como resultado del desarrollo limitado de bacterias aeróbicas, dando como respuesta rendimientos de cultivo menores a los esperados. Un drenaje deficiente afecta también en forma adversa al cultivo y a la cosecha. Los beneficios del drenaje incluyen un ciclo de desarrollo más largo; una mejor labranza del suelo; un crecimiento más temprano de la planta; un rendimiento mayor del cultivo; mejores selecciones de cultivo; una producción más rentable y mejor acceso al campo y transporte.

El drenaje promueve un rápido calentamiento de los suelos en regiones templadas al llegar la primavera. Los suelos que están muy húmedos, pueden estar entre 4 y 8° C más fríos que los suelos bien drenados por lo que se puede trabajar en suelos bien drenados antes que en los otros. Suelos excesivamente húmedos promueven el desarrollo de patógenos de las plantas. Un nivel freático alto, crea condiciones en las cuales el movimiento capilar del agua hacia arriba puede llevar las sales a la zona de raíces o depositarlas en la superficie del suelo.

La saturación del suelo superficial, por unos cuantos días, a partir de un riego o una lluvia excesiva puede reducir significativamente el rendimiento de la mayoría de cultivos. Algunos estudios indican una disminución del 10% en el rendimiento, por cada día de anegamiento, siendo mayor en suelos de textura pesada o fina.



Fig. 38. Suelo con problemas de drenaje.

#### 47. DRENAJE SUPERFICIAL

El riego es en alguna medida, un complemento a la precipitación faltante. El drenaje superficial, (foto 110), es necesario para retirar el exceso de agua de lluvia o de riego de la superficie y perfil radicular. El control del agua superficial se realiza normalmente por medio de canales o zanjas de poca profundidad. Sin embargo, en la agricultura de temporal, el uso de lechos elevados y surcos pueden proporcionar una mejor aireación de las raíces del cultivo; en las camas y surcos con poca pendiente se puede incrementar el tiempo de oportunidad para que el agua ingrese al suelo. Este sistema, incluyendo camas anchas elevadas, ha incrementado algunas veces 40% el rendimiento de los cultivos.

El escurrimiento depende de la intensidad y duración de la precipitación, del tipo de suelo, de la topografía, de la cubierta vegetal y del uso de la tierra. Se pueden hacer estimaciones de escurrimiento basándose en el conocimiento de estas condiciones ya que pueden existir registros disponibles de las cantidades diarias de lluvia de casi todos los sitios. Los drenes superficiales para la protección del cultivo deben ser diseñados para manejar caudales con períodos de retorno de 5 a 25 años, sin embargo, se deberán usar períodos de retorno significativamente mayores en frecuencia cuando se

trata de protección de infraestructura costosa. Las cantidades máximas de lluvia en una hora, usualmente se aproximan a la mitad de las cantidades de lluvia que se pueden dar en un día.



**Foto 111.** Drenaje superficial eliminando el agua después de una lluvia intensa.

Los requerimientos de drenaje superficial dependen no solamente de los factores indicados anteriormente sino también del área de las tierras adyacentes que modifican las necesidades de drenaje. Algunos manuales y textos proporcionan métodos y ecuaciones para estimar el escurrimiento de las tierras agrícolas y de las cuencas hidrográficas.

#### 48. DRENAJE SUBTERRÁNEO

EL drenaje subterráneo se utiliza para la remoción o control del agua subterránea así como para la lixiviación de sales. Los drenes pueden ser zanjas abiertas, o tubos perforados enterrados (foto 112). Los pozos con bombas pueden tener un doble propósito: extraer agua para el riego o controlar la posición de la capa freática en áreas donde es un problema. En algunos proyectos de riego, el bombeo de una tercera parte del agua subterránea ha eliminado la necesidad de otras estructuras de drenaje. Sin embargo, no se deberá pensar nunca que los drenes subterráneos funcionan siempre adecuadamente ya que pueden llegar a obstruirse.



**Foto 112.** Sistema de drenaje que combina la zanja abierta y tubo enterrado (drenaje subterráneo).

La conductividad hidráulica del suelo,  $K$ , es una medida de su capacidad para desalojar el agua existente en su seno y proporciona un criterio necesario para el diseño de los sistemas de drenaje. La conductividad hidráulica se mide y se reporta, frecuentemente, en pulgadas cúbicas por pulgada cuadrada por hora ( $\text{pulg}^3/\text{pulg}^2/\text{h}$ ) o en centímetros cúbicos por centímetro cuadrado por hora ( $\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{h}$ ). Estos términos, generalmente se abrevian y se utiliza comúnmente pulgadas por hora ( $\text{pulg}/\text{h}$ ) o centímetros por hora ( $\text{cm}/\text{h}$ ), respectivamente. La conductividad hidráulica saturada ( $K$ ) puede ser determinada mediante el método del orificio de barreno, con el uso de un piezómetro, a través del abatimiento del nivel de agua dentro del pozo o por la prueba de bombeo invertido del pozo. La conductividad hidráulica se determina por la tasa de recuperación del nivel de agua en un orificio de barreno o en un piezómetro, por el abatimiento o bajada del nivel estático de un pozo o por la tasa de bombeo invertido requerida para mantener un nivel estático de agua arriba del nivel de agua subterránea, respectivamente.

El rendimiento específico del agua ( $S$ ), es el volumen de agua que puede ser drenado de un área unitaria de suelo saturado por la acción de la gravedad, respecto a un decremento unitario del nivel freático y dado en forma de una caída unitaria de la tabla de agua expresada como porcentaje de un volumen unitario de suelo saturado. El rendimiento específico está relacionado con la conductividad hidráulica y en condiciones ideales de drenaje, " $S$ " deberá exceder en 6%. Con un valor menor o igual a 3%, el drenaje se vuelve difícil y costoso.

#### 49. ESPACIAMIENTO ENTRE DRENES

La mayoría de las áreas regadas, requieren eventualmente de la instalación de drenes subterráneos, en donde su espaciamiento apropiado puede ser determinado basado en la experiencia de campo en condiciones similares. Cuando no se cuenta con tal experiencia que pueda ser aplicada, se deberán considerar factores tales como la profundidad de los drenes, profundidad de la capa impermeable, conductividad hidráulica, rendimiento específico del suelo, profundidad radicular requerida por los cultivos que se van a sembrar, prácticas de riego, lluvia, otras condiciones climáticas, calidad del agua de riego, salinidad del suelo, pendiente y topografía del terreno. Esta gran información nos indica la complejidad potencial en el diseño de un sistema de drenaje.

La estimación del espaciamiento de drenaje requiere de la determinación de la percolación profunda, del comportamiento del nivel freático y su relación con cada fuente de recarga. La elevación del nivel freático debido a la precipitación o a las aplicaciones de riego puede determinarse por medio de mediciones de campo. Una vez obtenida esta información, puede ser integrada a una ecuación apropiada de espaciamiento de drenes para condiciones estables, dinámicas y así controlar la posición del nivel freático.

Cuando existe un problema de drenaje, se deberá medir la profundidad del nivel freático en varios sitios de área a ser drenada, el día anterior y posterior a cada uno de los riegos, lo cual puede indicar la cantidad de percolación profunda y su relación con el nivel de agua. El agua de riego contiene sales y los cultivos transpiran esencialmente agua pura, permitiendo de esta manera que las sales se concentren en el suelo o en el agua subterránea.

Hay una profundidad crítica para el agua subterránea sobre la cual hay un agudo incremento en la magnitud de evaporación y, por lo tanto, en la salinización del suelo. Dicha profundidad varía según el tipo de suelo, el contenido de sales en el agua subterránea y las características del cultivo. En general, está entre 1.0 y 1.5 m. El nivel del agua subterránea que se encuentra a la mitad de los drenes deberá conservarse a esa profundidad. El desarrollo de un sistema de drenaje subterráneo adecuado es el modo de controlar la profundidad del nivel freático.

## 50. TIPOS DE DRENES

1. Las zanjas abiertas tienen la ventaja de remover grandes volúmenes de agua y de drenar suelos arcillosos y pesados donde la pendiente es bastante plana. Por otro lado, las zanjas pueden también servir como salidas para drenes de plástico o de barro cocido enterrados. Las desventajas principales de las zanjas abiertas son que ocupan un área que podría ser cultivada, obstruyen las prácticas agrícolas y pueden crear problemas por el crecimiento de malezas, deslizamiento de las riberas y por sus altos costos de mantenimiento.
2. Los drenes topo, son canales circulares subterráneos no revestidos, formados mediante un implemento en forma de bala de cañón. Los drenes pueden ser usados para drenaje poco profundo en suelos de arcilla pesada, pero no son prácticos en suelos de textura más gruesa. Estos drenes son poco profundos y temporales, pero por lo general, son menos costosos de instalar que otros métodos. Los drenes topo no funcionan bien en tierras áridas.
3. Los drenes de concreto y de barro han sido utilizados ampliamente; generalmente son de 30 a 60 cm de longitud y de 10 a 25 cm de diámetro.
4. Por otro lado, la tubería de plástico corrugado se ha vuelto cada vez más popular para drenaje subterráneo durante los últimos 20 años. Generalmente se dispone de tubos de plástico, perforados, en diámetros entre 8 y 30 cm y en rollos de 75 a 80 m de largo. Los drenes de plástico o de barro generalmente tienen una envoltura que les rodea, compuesta de fibras sintéticas y un forro de arena y grava u otro material de filtro poroso, en donde las envolturas del dren son una especie de filtro que permite que el agua pase del suelo circundante hacia el dren sin un cruce significativo de partículas del suelo y sin desestabilizar el suelo circundante.

## Evaluación unidad IX

### Tipo completación.

1. El \_\_\_\_\_ es una tecnología que tiene como objetivo fundamental, disminuir el exceso de \_\_\_\_\_ acumulada, tanto en la superficie como en el interior del suelo, con el fin de mantener las condiciones óptimas de aireación y actividad biológica indispensables para los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo radicular.
2. Los suelos \_\_\_\_\_ están saturados con agua por lapsos importantes producto de un horizonte de muy lenta permeabilidad o efecto de capa freática. Por lo general la base del horizonte A tiene moteados.
3. El drenaje \_\_\_\_\_ y el \_\_\_\_\_ son los principales tipos de drenaje.

- Adrián Vargas. Uso del riego por goteo en el cultivo del café. Hidrorymca. S.A. Agosto 2007. 48 diapositivas
- Álvarez, F. 2008. Componentes de un sistema de riego (diapositivas). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 35 diapositivas.
- Álvarez, F. 2008. Sistemas de distribución: Goteo (diapositivas). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 41 diapositivas.
- Alirio Edmundo Mendoza. Manual técnico sistemas de riego por goteo en condiciones de ladera. IICA, Estelí. 2009. 92 p.
- BOMOHS. 2006. Hidráulica básica (diapositivas). Escuela Agrícola Panamericana. 108 diapositivas.
- CDA (Centro de desarrollo de agronegocios) – FINTRAC. 2001. Boletín técnico de producción: Construcción de un filtro de arena de barril y la secuencia para su retrolavado. 6 p.
- FINTRAC CDA. Boletín técnico de producción, Inyección de químicos o fertilizantes por el sistema de riego. Abril 2001. 4 p.
- FINTRAC CDA. Boletín técnico de producción, Construcción de un filtro de arena de barril y la secuencia para su retrolavado. Enero 2001. 6 p.
- Francisco Ruiz. Guía para la instalación y mantenimiento de riego por goteo. Save the Children – USAID Nicaragua. 25 p.
- José Antonio Jaar, Jaime Madero. Tecnologías para producir más. Agropecuaria del Campo. Nicaragua 2007.
- Jorge Jara R. Bombas de regadío. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad de Concepción. Noviembre 2007.
- Lardizábal, R. 2006. El riego por goteo manejo y mantenimiento (diapositivas). USAID-RED. 86 diapositivas.
- Lardizábal, R. 2006. El riego por goteo componentes (diapositivas). USAID-RED. 89 diapositivas.
- Leopoldo Ortega y Luis Salgado. Instituto de investigaciones agropecuarias INIA. Drenaje en suelo agrícola. INIA, Chile, 2001
- Liotta. Mario A. (2000) Superficie cultivada con riego tradicional y presurizado en la provincial de San Juan. INTA San Juan.
- Liotta. Mario A. (2004) Los sistemas de riego por goteo y microaspersión. INTA – EEA San Juan.

- Miguel Obando. Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios. Seria técnica PASOLAC. Junio 2006.
- Pedro Efraín García. 2002. Sistema de riego por goteo. CENTA. Boletín técnico No 10
- USAID-RED (Programa de diversificación económica rural) 2005. Boletín técnico de producción. Como fabricar una válvula de aire tipo Garrote. 3 p.
- Vinueza Iñiga, RJ. 2009. Diseño de un plan de manejo de riego para los cultivos de cítricos en El Zamorano, Honduras. Tesis Lic. Ing. Agr. Francisco Morazán, Honduras. EAP, Zamorano. 39 p.
- [www.bermad.com](http://www.bermad.com), control valves Bermad. 2002 hoja electrónica de catalogo.
- [www.elriego.com](http://www.elriego.com). Valor de la capacidad de retención de agua y riego por gravedad.
- [www.com](http://www.com) Roberts irrigation product INC. Conectores, herramientas de PRO-GRIP drip irrigation fittings installation. Hoja electrónica de catálogo.
- [www.poritex.com](http://www.poritex.com) Riego localizado, Manual de cálculo hidráulico e instalación.

## Anexo 1. Tabla de ejemplo de pérdida de presión en tubería de PVC:

**Pérdida de presión en PSI / 100 pies de tubería para diámetros desde 1" hasta 6", y caudales entre 1 y 600 galones por minuto**

**Tubería PVC, clase 125, SDR 32.5, C=150**

Diámetro Nominal (pulgadas)	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
Diámetro Externo (pulgadas)	1.900	2.375	2.875	3.500	4.500
Diámetro Interno (pulgadas)	1.784	2.229	2.699	3.284	4.224
Grosor de Pared (pulgadas)	0.058	0.073	0.088	0.108	0.138

Caudal (gpm)	Velocidad (pies/s)	Pérdida (PSI)								
1	0.12	0.00								
2	0.25	0.01	0.16	0.00						
3	0.38	0.02	0.24	0.01						
4	0.51	0.03	0.32	0.01	0.22	0.00				
5	0.64	0.05	0.41	0.02	0.28	0.01				
6	0.76	0.07	0.49	0.02	0.33	0.01				
7	0.89	0.09	0.57	0.03	0.39	0.01	0.26	0.00		
8	1.02	0.12	0.65	0.04	0.44	0.02	0.30	0.01		
9	1.15	0.15	0.73	0.05	0.50	0.02	0.34	0.01		
10	1.28	0.18	0.82	0.06	0.56	0.02	0.37	0.01		
11	1.41	0.22	0.90	0.07	0.61	0.03	0.41	0.01		
12	1.53	0.25	0.98	0.09	0.67	0.03	0.45	0.01	0.27	0.00
14	1.79	0.34	1.14	0.11	0.78	0.05	0.52	0.02	0.32	0.01
16	2.05	0.43	1.31	0.15	0.89	0.06	0.60	0.02	0.36	0.01
18	2.30	0.54	1.47	0.18	1.00	0.07	0.68	0.03	0.41	0.01
20	2.56	0.65	1.64	0.22	1.12	0.09	0.75	0.03	0.45	0.01
22	2.82	0.78	1.80	0.26	1.23	0.10	0.83	0.04	0.50	0.01
24	3.07	0.92	1.97	0.31	1.34	0.12	0.90	0.05	0.54	0.01
26	3.33	1.06	2.13	0.36	1.45	0.14	0.98	0.05	0.59	0.02
28	3.58	1.22	2.29	0.41	1.56	0.16	1.05	0.06	0.64	0.02

Continúa...

Diámetro Nominal (pulgadas)	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"					
Diámetro Externo (pulgadas)	1.900	2.375	2.875	3.500	4.500					
Diámetro Interno (pulgadas)	1.784	2.229	2.699	3.284	4.224					
Grosor de Pared (pulgadas)	0.058	0.073	0.088	0.108	0.138					
Caudal (gpm)	Velocidad (pies/s)	Pérdida (PSI)								
30	3.84	1.39	2.46	0.47	1.68	0.18	1.13	0.07	0.68	0.02
35	4.48	1.84	2.87	0.62	1.96	0.25	1.32	0.09	0.80	0.03
40	5.12	2.36	3.28	0.80	2.24	0.31	1.51	0.12	0.91	0.04
45	5.76	2.94	3.69	0.99	2.25	0.39	1.70	0.15	1.02	0.04
50	6.40	3.57	4.10	1.21	2.80	0.48	1.89	0.18	1.14	0.05
55	7.05	4.26	4.51	1.44	3.08	0.57	2.08	0.22	1.25	0.06
60	7.69	5.00	4.92	1.69	3.36	0.67	2.26	0.26	1.37	0.08
65	8.33	5.80	5.33	1.96	3.64	0.77	2.45	0.30	1.48	0.09
70	8.97	6.65	5.74	2.25	3.92	0.89	2.64	0.34	1.60	0.10
75	9.61	7.56	6.15	2.56	4.20	1.01	2.83	0.39	1.71	0.11
80	10.25	8.52	6.56	2.88	4.48	1.14	3.02	0.44	1.82	0.13
85	10.89	9.53	6.98	3.23	4.76	1.27	3.21	0.49	1.94	0.14
90	11.53	10.60	7.39	3.59	5.04	1.41	3.40	0.54	2.05	0.16
95	12.17	11.71	7.80	3.96	5.32	1.56	3.59	0.60	2.17	0.18
100	12.81	12.88	8.21	4.36	5.60	1.72	3.78	0.66	2.28	0.19
110	14.10	15.37	9.03	5.20	6.16	2.05	4.16	0.79	2.51	0.23
120	15.38	18.06	9.85	6.11	6.72	2.41	4.53	0.93	2.74	0.27
130	16.66	20.94	10.67	7.09	7.28	2.79	4.91	1.08	2.97	0.32
140	17.94	24.02	11.49	8.13	7.84	3.20	5.29	1.23	3.20	0.36
150	19.22	27.30	12.31	9.24	8.40	3.64	5.67	1.40	3.43	0.41
160			13.13	10.41	8.96	4.10	6.05	1.58	3.65	0.46
170			13.96	11.65	9.52	4.59	6.43	1.77	3.88	0.52
180			14.78	12.95	10.08	5.10	6.80	1.96	4.11	0.58
190			15.60	14.31	10.64	5.64	7.18	2.14	4.34	0.64
200			16.42	15.74	11.20	6.20	7.56	2.39	4.57	0.70
225			18.47	19.57	12.60	7.72	8.51	2.97	5.14	0.87
250					14.00	9.38	9.45	3.61	5.71	1.06
275					15.40	11.19	10.40	4.31	6.28	1.27
300					16.80	13.15	11.34	5.06	6.86	1.49
325					18.20	15.25	12.29	5.87	7.43	1.72
350					19.60	17.49	13.24	6.73	8.00	1.98
375							14.18	7.65	8.57	2.25
400							15.13	8.62	9.14	2.53
425							16.07	9.65	9.71	2.83
450							17.02	10.72	10.29	3.15
475							17.96	11.85	10.86	3.48
500							18.91	13.03	11.43	3.83
550									12.57	4.57
600									13.72	5.37

Anexo 2. Resultado de un análisis de agua para riego:

# ZAMORANO

## LABORATORIO DE SUELOS

### CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

Zamorano tels. (504) 776-6140 al 50 ext. 2316 Fax: (504) 776-242

### RESULTADO DE ANALISIS DE AGUA

28 de noviembre de 2011

Solicitante: \_\_\_\_\_

# lab. 11-AR-xxxx

Muestra: Agua para riego

CATIONES	mmol/L	meq/L
Calcio	0.2315	0.463
Magnesio	0.05	0.1042
Potasio	0.045	0.045
Sodio	0.2065	0.2065
Boro	0.01	0.01
<b>Suma</b>	<b>0.54</b>	<b>0.83</b>
Relación C.E. /suma de cationes: 48.04		

ANIONES	mmol/L	meq/L
Cloruros	0.2	0.2
Sulfatos	0.0495	0.099
Carbonatos	0	0
Bicarbonatos	0.5	0.5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	0
<b>Suma</b>	<b>0.75</b>	<b>0.80</b>
Relación C.E. /suma de aniones: 49.79		

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

pH	7.22
C.E.	0.03978 mmhos/cm. No hay problema de salinización.
Sales totales (mg/L)	25.459

Presión osmótica (atm)	0.014
SAR	Sin riesgo de alcalinización.
Grados Hidrotimétricos Franceses	2.84 Agua muy dulce.
Normas Riverside Blasco, Rubia	C1 S1 Baja Salinidad. Se puede regar todo los cultivos y suelo salvo los de mal drenaje. Aguas con bajo contenido en Sodio. Su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.
Fitotoxicidad por Boro	No hay problema.
Fitotoxicidad por Cloro	No hay problema.
Fitotoxicidad por Sodio	Sin problema en riego por aspersión. No hay problema en riegos por superficie.

Responsable: \_\_\_\_\_

Ing. Dania Oliva