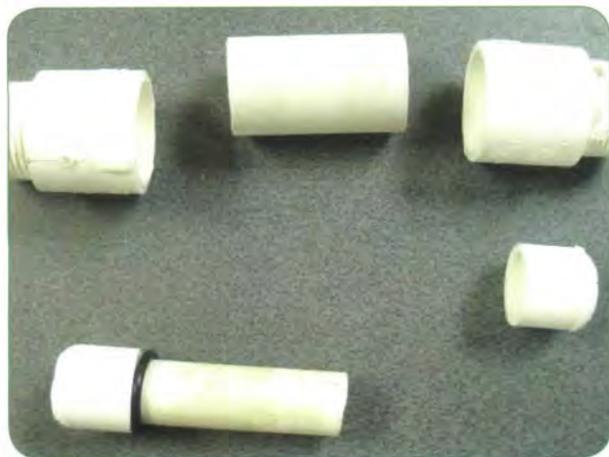


► Secuencia para fabricar la válvula de aire tipo Leo

Siga la numeración de los accesorios y de los pasos.



Paso 1.

Introduzca el empaque (4) en el tubo de 1/2" (3), posteriormente introduzca un extremo del tubo en uno de los tapones lisos (5).



Paso 2.

Introduzca el tubo con el empaque y el tapón que armó (Paso 1), en uno de los adaptadores macho (1).



Paso 3.

Haga pasar por el adaptador macho (1), el extremo del tubo (Paso 1) que no tiene tapón, posteriormente coloque el segundo tapón (5) en el extremo del tubo.

Paso 4. Finalmente introduzca el tubo de 1 pulgada (2) en ambos adaptadores macho (1).



Una vez armada la válvula, puede ser instalada en una T que tenga un adaptador hembra, solo se enrosca el extremo del adaptador macho colocando un poco de teflón en la rosca y está lista para su funcionamiento.

► Inyectores de agroquímicos funcionamiento y operación

Hoy en día el uso de sistemas de riego para la aplicación de fertilizantes o agroquímicos es muy común, sobre todo en los sistemas de riego por goteo. Para la aplicación de agroquímicos a través del sistema de riego se pueden emplear varios métodos, los más comunes, son los inyectores tipo venturi a las bombas inyectoras.

Inyectores tipo venturi: este tipo de inyectores es muy baratos y fácil de instalar, no requieren potencia o energía extra, pues utilizan la misma presión del sistema. Este método consiste en la instalación de un aparato llamado **inyector tipo venturi** que como su nombre lo indica utiliza el efecto de un tubo venturi para que con la diferencias de presión y velocidades en el flujo a través del mismo, se crea un vacío y este produce succión. La principal desventaja de este método, es que se requiere del empleo de presión de trabajo adicional a la normal requerida por el sistema, y esta debiera ser tomada en cuenta al momento de calcular el equipo de bombeo. Se requiere de aproximadamente un 15 a 20% de presión extra.



Foto 30. Inyector venturí de fertilizante

► Tanque de fertilización

Son depósitos herméticos, de metal o de plástico reforzado, conectados al cabezal de manera que solo circula por él, una fracción del caudal, los caudales que entran y salen (del tanque) son iguales.

Presentan el inconveniente que la concentración de fertilizante dentro del tanque va disminuyendo con el tiempo de riego, así al inicio se tendrá una concentración alta, pero al ir ingresando el agua de riego al tanque e ir saliendo con el fertilizante diluido, este irá disminuyendo al continuar el riego; la cantidad de fertilizante que sale del tanque por unidad de tiempo, dependerá del caudal que sale y de la concentración en ese instante (al avanzar el riego, la concentración irá disminuyendo), por este motivo, el uso de este equipo ha ido disminuyendo, pero resulta útil, cuando se fertiliza un solo sector de riego, mas no cuando hay varios sectores a regar con el mismo equipo.



Foto 31. Tanque o barril de fertilización

► Bomba de inyección

Es el equipo más preciso y el más caro, estas bombas son de desplazamiento positivo, tienen un pistón o una membrana, quienes con movimiento de vaivén, inyectan la solución de fertilizantes. Son normalmente de dos tipos, **eléctricas e hidráulicas**, las primeras son bombas de reducidas dimensiones y potencia, se prefiere que sean de membrana en lugar de pistón.

- a. **Eléctricas:** de accionamiento eléctrico, por tanto, no altera el funcionamiento del sistema, ya que no consume energía hidráulica. Se regula normalmente, variando el recorrido del elemento impulsor.

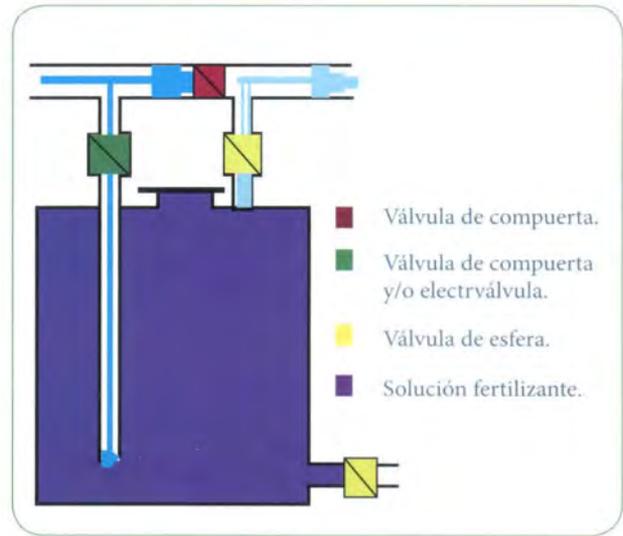


Figura 7. Esquema del tanque.

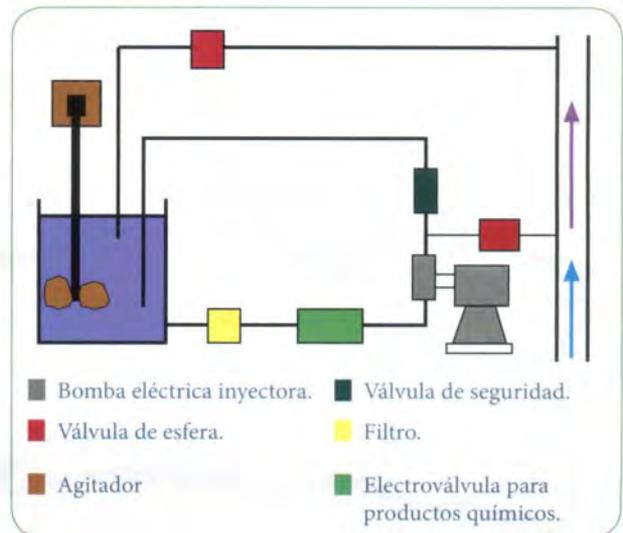


Figura 8. Esquema de bomba de inyección.



Foto 32. Bomba de inyección eléctrica

Cuando aplicamos el fertilizante por el sistema de riego obtenemos una gran ventaja ya que la planta lo asimila mejor y más rápido cuando el fertilizante está en una forma líquida, esto nos da una fertilización más uniforme que el método manual aplicando a cada planta, el resultado de realizar el fertirriego es desarrollar plantas más uniformes y con mejor producción.

Con cualquiera de estos sistemas de inyección de fertilizantes anteriormente mencionados, se pueden aplicar productos biológicos para el cultivo a través del sistema de riego, como hongos entomopatógenos *Trichoderma sp.*, *Beauveria sp.*, *Bacillus sp.* para control de hongos del suelo, nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*, para control de gallina ciega y otros más. Se puede hacer la inyección del nematodo antes o después del filtro ya que pasan sin ningún problema por un filtrado de hasta 200 mesh.

► **Tiempo de inyección de agroquímicos**

El tiempo de inyección dependerá del tiempo de riego que esté programado, una recomendación es aplicar el agroquímico durante 90 al 100% del riego.

Al inicio aplicar agua durante 5 minutos - inyectar el agroquímico - 5 minutos solo agua al final del riego.

Con esta proporción se pretende dejar un tiempo de llenado de las cintas y el último tiempo es para lavado del producto fuera de las cintas de riego. Pero entre más tiempo se emplee para aplicar el agroquímico, mejor distribuido quedará en el suelo y cubrirá el volumen total de raíces que tiene el cultivo.

El porcentaje tiene ciertas limitaciones como cuando solo estemos regando 60 minutos o menos debemos dejar un mínimo de 5 minutos de agua al principio para que las cintas se llenen y adquieran la presión de trabajo adecuada y al final del ciclo de riego para lavado del producto dentro de la cinta. Este último tiempo es muy importante ya que el fertilizante puede causar un crecimiento excesivo de algas y bacterias, causando obstrucciones en los goteros, no sería bueno que el agroquímico aplicado se quede en la superficie del suelo, por lo cual es conveniente para la inyección de los agroquímicos un tiempo prudencial antes de terminar el tiempo de riego, para que el agua de riego introduzca el material al suelo.

Cuando estamos aplicando insecticidas y fungicidas para el control específico de un problema como áfidos, mosca blanca, paratíozoa, minador o enfermedades del tallo y los productos son sistémicos, es preferible aplicarlos en 30 minutos y luego solo darle 30 minutos de agua para que el producto no se diluya mucho en el suelo y quede concentrado cerca del sistema radicular superior. Si el fungicida o insecticida es fumigante, sería aplicado bajo las condiciones del 90% del tiempo de riego para cubrir la mayor área de suelo posible.

En la fotografía siguiente se muestra tres cultivos con riego por goteo y fertirriego.



Foto 37. Cultivo de papa, parcela PROMIPAC y Visión Mundial, Cones, Belén, Lempira, Honduras.



Foto 38. Cultivo de maíz, parcela PROMIPAC y Visión Mundial, Consonlaca, Gracias, Lempira, Honduras.



Foto 39. Cultivo de frijol, parcela PROMIPAC y Visión Mundial, Cañada, La Campa, Lempira, Honduras.

► Taponamiento por inadecuada fertirrigación

1. Colocar en un recipiente transparente el o los fertilizantes a usar con el agua de riego y observar si se presentan, después de dos horas, precipitados o turbidez.
2. Se recomienda utilizar una solución aproximada a la esperada en los goteros.

Ejemplo:

Q (Caudal) del proyecto = 480 GPM

Q del inyector = 6 GPM

Relación de la solución = $480 / 6 = 80$ (1:80)

Nota: 1 ml de solución madre debe mezclarse con 80 ml de agua de riego, para la prueba de compatibilidad y solubilidad.

1. El pH ideal del agua de riego final debe encontrarse entre 5.5 y 6.0.
2. Un pH del agua de riego menor de 4.0, crea daño en la masa radicular de la mayoría de los cultivos.
3. Un pH superior a 6.5 bajaría drásticamente la absorción del fósforo y algunos micro elementos, aunque se encuentren presentes.

Para lograr aplicar el fosforo a nuestro cultivo sin causarle obstrucciones a la cinta de goteo se puede utilizar **fertilizante MAP Técnico (12-61-0)** o acido fosfórico, pero estos dos productos son caros. En el caso de productores que tengan filtros de arena pueden utilizar 18-46-0 que es hidrosoluble, pero tiene arcilla como estabilizante, el filtro de arena tiene capacidad de eliminarlo. Los cuidados que se deben tener son que el 18-46-0 se debe dejar en agua el día anterior para que se disuelva con menor trabajo. Se tiene que aumentar un 10% más por las perdidas en la arcilla que queda en el filtro de arena, hay que inyectar más o menos 50 lbs de 18-46-0 por cada filtro de arena de 36 pulgadas que posea el sistema, para que el filtro de arena no se sature de arcilla.

► Válvulas de paso

Las válvulas se asemejan a las llaves que hay en los baños, pilas o lavamanos, solo que son de un diámetro de salida mayor. Son utilizadas para sectorizar el sistema de riego, pueden utilizarse diferentes tipos de válvulas para cubrir esa función, entre las más conocidas son las válvulas de compuerta, válvulas de bola, válvulas de mariposa, todas estas anteriores de apertura u cierre mecánico, y están además las válvulas hidráulicas, mismas que son más precisas y pueden cumplir varias funciones, pero también su costo es más elevado.



Foto 40. A: válvula de compuerta; B: válvula de mariposa y C: válvula de bola

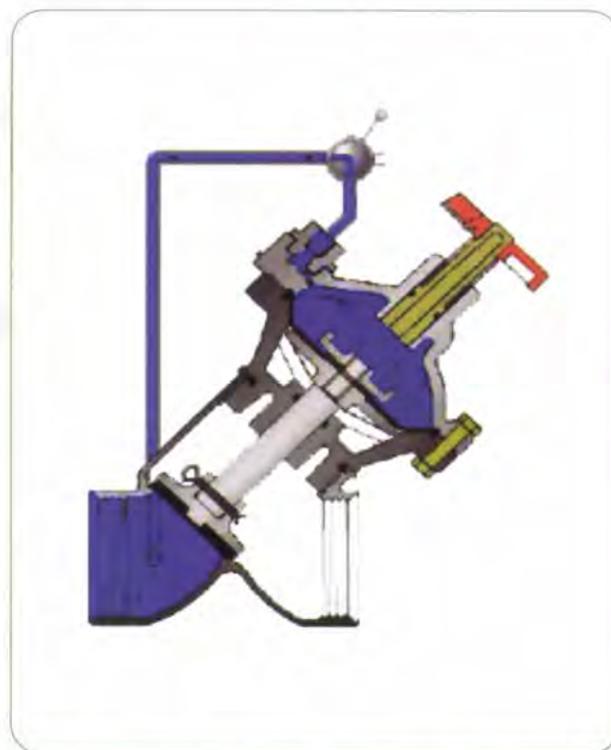


Figura 18. Válvula hidráulica, puede ser manual o de mando eléctrico

La válvula hidráulica permite restringir el paso de agua o una porción del caudal en la tubería, se puede utilizar para reducir el caudal y por ende la presión, con el propósito de regar o fertilizar un sublote con un área de riego pequeña y así proteger las cintas de una ruptura por exceso de presión.



Foto 41. Válvulas hidráulicas de alivio

Esta válvula garantiza que si en un determinado momento la presión aumenta bruscamente dentro del sistema (las tuberías), la válvula expulsará la presión para proteger el sistema y evitar rupturas de la tubería o daño a la bomba.



► Reductor de presión

Al momento de instalarlos hay que colocarlos según sea el flujo de agua, la flecha deberá quedar en la misma dirección del flujo del agua. Estos reductores se instalan en las tuberías secundarias, las que alimentan a los cabezales de riego donde están conectadas las cintas, son de distinto tamaño y pueden reducir presiones muy altas desde 180 PSI reducen a 15 a 20 PSI.

Estos reductores se utilizan cuando tenemos una tubería que conduce un caudal elevado de agua y por condiciones topográficas irregulares de un terreno, como una ladera, la parcela que se regará tiene turnos de riego muy pequeños o los laterales de riego son muy cortos. Con

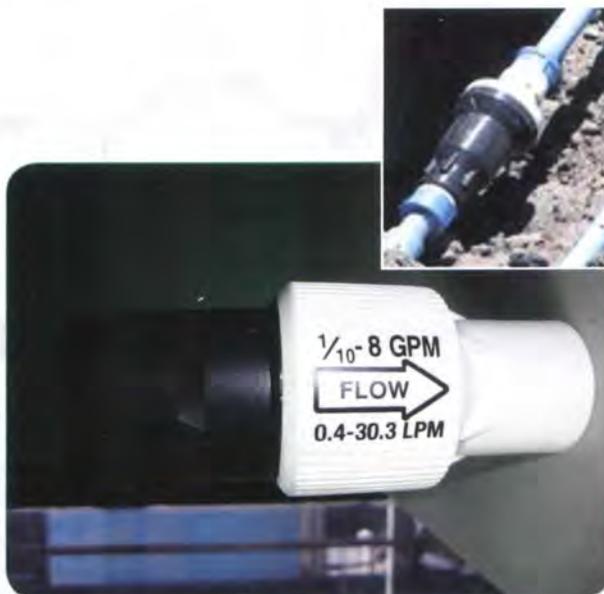


Foto 42. Reductor de presión, existen diferentes tamaños de estos reductores

estos reductores de presión logramos bajar la presión a un nivel adecuado que no causará daño a la cinta de riego por exceso de presión.

► Manómetros

Son aparatos que nos ayuda a medir la presión en diferentes puntos del sistema y con eso poder controlar mejor el buen funcionamiento. Los más utilizados son los manómetros de glicerina, pues brindan una buen precisión, estos vienen graduados en diferentes escalas. Las escalas más utilizadas son: 0-30 PSI que se utiliza para medir presión en la cinta de goteo, 0-100 PSI, 0-160 PSI y 0-200 PSI son otros rangos de manómetros.



Foto 43. Manómetro de Glicerina

► Filtros

Los filtros son equipos que se instalan en los sistemas de riego para eliminar impurezas del agua y que pueden obstruir la salida del agua a través de los emisores. Existen cuatro tipos de filtros y estos son: Filtros separadores de arena o hidrociclones, filtros de malla, filtros de discos y filtros de arena.

1. Filtros separadores de arena: también son conocidos como hidrociclones, son utilizados para separar sólidos pesados del agua, usualmente separa arena. Son utilizados cuando se está extrayendo agua de pozos perforados, pues esta es muy limpia y únicamente se requiere eliminar la arena y piedrecillas que la bomba extrae de las paredes del pozo. Utiliza el principio de centrifugación para separar los sólidos al centro del filtro y que estos caigan por gravedad al colector.

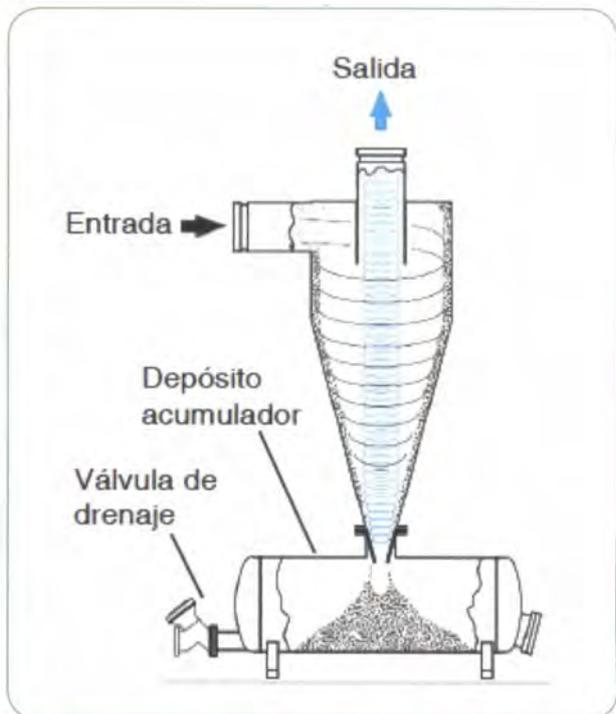


Figura 19. Hidrociclón



Foto 44. Hidrociclón

2. **Filtros de malla:** utiliza como elemento filtrante una malla o con una dimensión y cantidad de orificios definidos sirven para eliminar sólidos en suspensión. Existen modelos que pueden limpiarse automáticamente o de limpieza manual. Las mallas vienen graduadas en MESH, denominación que se refiere a la cantidad de orificios por pulgada cuadrada. La graduación más comúnmente utilizada es el de 120 MESH, 140 MESH y 200 MESH, dependiendo de la calidad de filtrado que se requiera para el emisor. Son bastante utilizados en sistemas de riego por aspersión, pero también hay opciones para riego por goteo.



Figura 20. Filtro de malla instalado.



Foto 45. Filtro de malla desarmado.

Comúnmente la malla del filtro es metálica, no se debe utilizar cloro para su limpieza, solo cepillo dental (no de metal) y agua.

3. Filtros de anillos: Se utilizan para eliminar limo, arcilla y material orgánico en suspensión. Funciona haciendo pasar el agua por plásticos ranurados que se encuentra juntos a lo largo del filtro, para el retrolavado se separan los discos. Son bastante eficientes y con una buena calidad de filtrado. Son muy utilizados en sistemas de riego por goteo.

Al momento de instalar el filtro de anillos debe colocar el filtro en la posición correcta según sea la dirección del flujo del agua. Todos los filtros tienen una flecha indicando colocar el filtro en la misma dirección hacia donde fluye el agua en la tubería. Para su limpieza utilizar cepillo y agua con cloro a 200 ppm, durante toda la noche.



Foto 46. A esta parte comúnmente se le llama robot o pichingo.



Foto 47. Anillos que atrapan el sucio del agua de riego.



Foto 48. Tres filtros de anillos en serie.

Estos son los anillos del filtro que atrapan las partículas del agua.

4. **Filtros de arena:** En este caso el agua se hace pasar a través de un tanque lleno de arena. Son muy eficientes removiendo materia orgánica, limo y arcilla, han sido ampliamente utilizados en el riego, su principal desventaja es su costo alto.



Figura 21. Interior filtro de arena



Foto 49. Arena volcánica especial para limos.



Foto 50. Filtros de arena sílicea.

Una vez al año esta arena debe sacarse del filtro para lavarla con cloro. Esta arena puede durar unos 5 años, al ser necesario el reemplazo se puede comprar en empresas que se dedican al riego o equipos para piscinas.



Foto 51. Filtro de arena instalado.

Arena No.	mm	Mesh	Micras
8	1.5	100	150
8	1.5	120	130
11	0.78	150	100
16	0.66	170	90
20	0.46	200	80
20	0.46	230	70
30	0.34	400	35

Cuadro 13. Calidad de filtrado de los filtros de arena por tamaño de arena

Fuente: Catálogo AMIAD, empresa de filtrado para riego.



Para su limpieza se pueden instalar válvulas para realizar un retrolavado, que se puede hacer todos los días, también se puede llenar el filtro con agua y se agrega hipoclorito de calcio para limpiar la arena, para un filtro de 24 pulgadas de diámetro, se utilizan 2 lbs de hipoclorito y se deja durante dos días.

Foto 52. Filtro de arena de barril, promocionado por FINTRAC

Diámetro Pulgadas (cm)	Caudal en m ³ /h	Caudal en GPM
12" (30)	3.5 a 6	15 a 26
16" (40)	6 a 11	26 a 48
20" (51)	9 a 18	40 a 79
24" (60)	14 a 28	62 a 123
30" (76)	21 a 42	92 a 185
36" (91)	36 a 62	159 a 273
48" (122)	62 a 120	273 a 528

Cuadro 14. Capacidad de los filtros de arena por diámetro de cada filtro.

Fuente: Catálogo de filtros AMIAD, empresa de filtrado para riego.

En general un buen sistema de filtrado es de mucha importancia, sobre todo hoy en día cuando la tendencia es a utilizar emisores más pequeños y por ende con una demanda de agua de mejor calidad.

Accesorios	Pérdida de carga en PSI
Filtros de malla	4.26 – 7.1
Filtros de arena	1.42 – 4.26
Cintas	4.26 – 10
Goteros	4.26 – 17.04
Micro aspersores	22.72
Aspersores	35.5 – 49.7
Válvulas de aire	0.71
Válvulas de no retorno	1.42

Cuadro 15. Pérdidas de carga en PSI por emisores y accesorios de riego más comunes.

► Acoples o conectores

Los acoples, comúnmente llamados conectores son uniones, como su nombre lo indica unen dos componentes del sistema como ser:

- Unión entre la tubería y el polietileno (o tubin).
- Unión entre el tubin y la cinta de riego.
- Unir la cinta de riego



Foto 53. Conector inicial con tubin y conector de tubin a cinta de riego.



Foto 54. Conector inicial y empaque.



Foto 55. Conector de tubin a doble cinta de riego.



Foto 56. Conector de cinta a cinta de riego, para reparaciones.

Este se utiliza cuando la cinta ha sido cortada o perforada, también cuando se está instalando la cinta de riego y se acaba el rollo de cinta a mitad de la cama o surco y tenemos que iniciar el siguiente rollo, este conector une los dos extremos de la cinta de riego.



Foto 57. Conector de polietileno o tubín a cinta de goteo.

Este conector une el polietileno o tubín que viene del conector inicial con la cinta de riego, el lado más angosto y con los tres anillos, se inserta a presión en el tubin y en el lado que trae la tuerca roscada se coloca el extremo de la cinta de riego y se la da vueltas a la tuerca de polietileno para que quede bien asegurada la cinta.



Foto 58. Conector T para tubin.



Foto 59. Conector válvula de tubin a tubin.



Foto 60. Conector inicial de PVC a cinta de riego con válvula.

Este conector puede ser del tipo que se inserta directamente en la tubería y conecta a la cinta, pero también están los que conectan del polietileno o tubin a cinta de riego. En ambos casos, la utilidad de estos conectores es que gracias a la válvula que trae cada uno, un lote de riego se puede dividir en varias partes, esto se hace cuando tenemos poca disponibilidad de agua o cuando la pendiente del terreno es pronunciada, como cuando se instala un sistema de riego por goteo en laderas.

SISTEMAS DE RIEGO MÁS UTILIZADOS

► El riego

El riego consiste en aportar agua al suelo para que los vegetales tengan el suministro que necesitan favoreciendo así su crecimiento. Se utiliza en la agricultura y en jardinería.

El elemento más importante de un sistema de riego es el emisor, ya que afecta directamente los criterios de diseño posteriores. Los emisores son estructuras que reducen la presión prácticamente a cero, aplicando de esta manera el agua a la forma de una gota en la superficie del suelo o asperjada en finas gotas con microjet y microaspersores o más grandes como los aspersores. Los emisores varían en tipo y modelo, desde tubos perforados, microtubos, de inserción y bandas perforadas, a complicados diseños. Los microaspersores y aspersores son de tipo rotativo, fijos o de jet. En general, la clasificación de los sistemas de riego localizado se basa en el tipo de emisor utilizado.

► Goteo

Método que logra un humedecimiento directo del suelo por medio de fuentes de agua puntuales distribuidas en la parcela y caracterizadas por tener una baja descarga, generalmente entre uno y diez L/h/metro. Se humedece únicamente una pequeña parte de la superficie total del suelo, regulando así el desarrollo del sistema radicular.

La presión de operación del emisor oscila entre 5 y 15 PSI y el caudal que entregan los emisores es función de la presión en la línea, normalmente en goteo varía entre 2 a 10 litros por hora. El término se aplica, específicamente, para describir aquellos métodos en los cuales pequeños volúmenes de agua son aplicados directamente al suelo a intervalos cortos, empleando:

- Emisores puntuales instalados a un espaciamiento fijo sobre laterales de pared delgada.
- Cintas de goteo con salidas múltiples a corta distancia una de la otra.

El agua se conduce desde el depósito o la fuente de abastecimiento a través de tuberías y en su destino se libera gota a gota justo en el lugar donde se ubica la planta. El agua se infiltra en el suelo produciendo una zona húmeda restringida a un espacio concreto que funciona en vertical y horizontal, formando lo que se ha venido llamando por su forma, **bulbo de humedad**.



Foto 61. Bulbo de humedad del suelo regado con cinta de goteo.

► Bulbos de humedad diferentes en relación al tipo de suelo

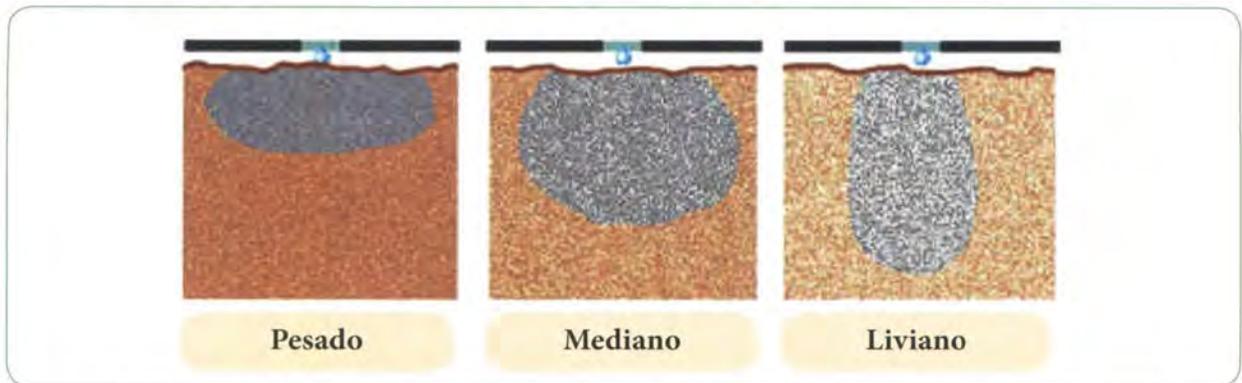


Figura 22. Pesado es un suelo arcilloso, mediano un suelo franco y liviano un suelo arenoso.

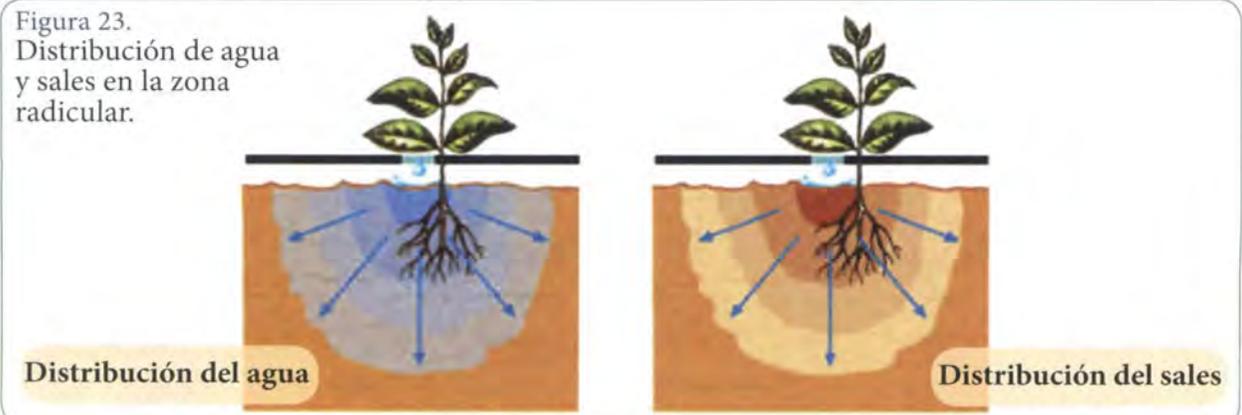
Por debajo y alrededor del gotero se forma un bulbo húmedo donde se ven tres zonas:

- **Zona saturada:** inmediatamente abajo y alrededor del gotero. Exceso de agua y carencia de aire.
- **Zona de equilibrio:** intermedia donde el contenido de humedad está cercano a capacidad de campo (CC).
- **Frente de humedecimiento:** límite entre zona de equilibrio y zona seca; existe déficit de humedad y aireación máxima.

► Salinización de la zona radicular

La salinidad en zona radicular puede aumentar sustancialmente bajo inadecuadas condiciones de diseño y manejo. La planta extrae agua del suelo y la mayoría de las sales en solución no son absorbidas, lo que va provocando un aumento paulatino de la concentración de sales en la periferia del bulbo húmedo, que al evaporarse el agua deja una costra salina. Esta situación se puede evitar con aplicaciones mayores que las requeridas y regar en períodos de precipitaciones. Este problema prácticamente no se presenta en zonas húmedas.

Figura 23.
Distribución de agua
y sales en la zona
radicular.



► Clasificación de emisores para riego por goteo

Por su instalación en la tubería

En línea: Son aquellos que se instalan cortando la tubería e insertando el gotero. El agua circula por el interior del gotero, que forma parte de la conducción.

Sobre la línea (goteros de botón o goteros pinchados): Se instalan en la tubería en un orificio realizado con un equipo de perforación, estos goteros se pueden colocar en tuberías de distintos diámetros.



Foto 62. Goteros de boton.

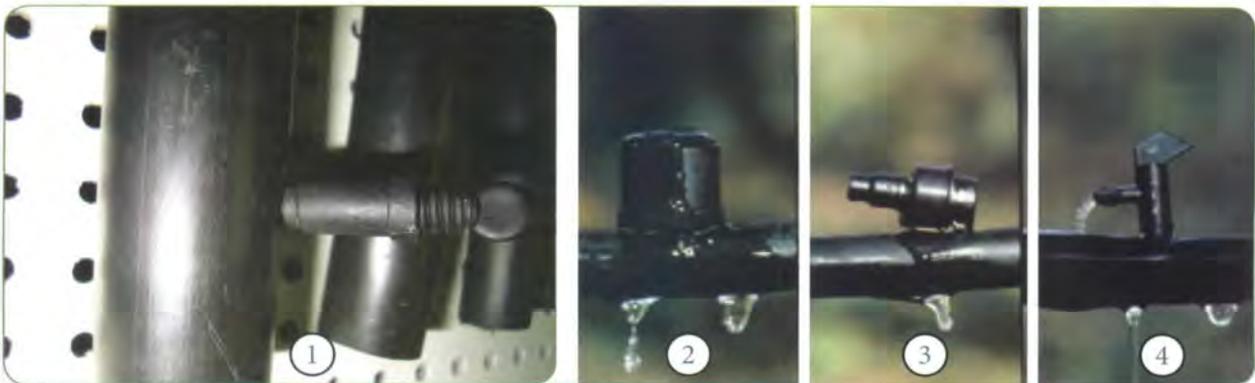


Foto 63. Distintos goteros pinchados.

En Honduras existen este tipo de sistemas, llamados de baja presión, ya que funcionan con una altura mínima de 1 a 1.5 m, se han utilizado para frutales o para pequeños huertos familiares con áreas de 50 – 400 m², este tipo de riego es muy apropiado para pequeños productores que tienen poca agua y no cuentan con una tubería principal desde una fuente de agua que pueda proporcionar la presión adecuada para accionar un sistema de riego convencional. En Honduras los distribuyen las empresas **R y M (Netafin)** y **DICONSA**, ambas compañías tienen sistemas similares, la diferencia entre

ellos es el emisor ya que uno es un gotero sobre la línea y el otro es integrado. Estos sistemas tienen un costo accesible para pequeñas áreas de cultivo.

En integración o integrados: Estos goteros se insertan en una tubería de polietileno durante el proceso de extrusión de la misma, con distintos espaciamientos (30 cm, 50 cm, etc.) y distintos caudales, van termosoldados en el interior. En ocasiones, los diámetros de las tuberías con goteros integrados son diferentes a los usuales, lo que obliga a utilizar elementos de conexión especiales.



Foto 64. Goteros integrados en el lateral de riego.

Cintas de Riego: Otra clase de riego por goteo es la cinta de riego, esta es una tubería integral de paredes delgadas con orificios en la misma cinta o goteros termosoldados en su interior.



Foto 65. Canal de flujo turbulento, para evitar taponamiento del emisor (gotero).



Figura 24. Diagrama de cinta de riego por goteo.

En cualquiera de los casos anteriores, debemos tomar en cuenta no exceder los 100 m de longitud del lateral de riego cuando es un terreno plano (1%) de pendiente. Si es en ladera y el terreno posee muchas variaciones de pendiente, se tendrá que evaluar establecer un largo máximo de 50, 60 u 80 m, según sea cada caso. Cuando trabajamos con riego por goteo en terrenos de ladera es indispensable que levantemos camas para establecer los cultivos, esto permitirá que la cinta esté sobre una superficie con pendiente más uniforme y no haya tanta variación entre la descarga de los goteros.

También podemos utilizar válvula conector individual para cada lateral de riego, con el objetivo de poder sectorizar el riego en nuestro lote. Esto nos permitirá tener un mejor coeficiente de uniformidad de riego, es decir habrá menos variación entre el agua que sale de los goteros en todas las cintas instaladas. Esta uniformidad de riego es importante para lograr establecer cultivos uniformes, esto se logra suministrando casi la misma cantidad de agua y fertilizante a todas las plantas.



Foto 66. Curvas a nivel en terrenos con pendientes y levantamiento de camas.



Foto 67. Cultivo de repollo con crecimiento uniforme, parcela PROMIPAC y Visión Mundial, Cones, Belén, Lempira, Honduras.

La distancia entre los goteros depende en gran medida de la textura del suelo. Cuanto más arenoso sea el suelo, más juntos deben estar los goteros a lo largo de la cinta, si el suelo es arcilloso los goteros pueden estar un poco más separados. Por ejemplo para un mismo cultivo como tomate, si el suelo es arenoso será recomendable utilizar un espaciamiento entre gotero de 20 cm, pero si el suelo es arcilloso podría utilizar un distanciamiento entre gotero de 30 cm. Esto se hace por lo explicado en la sección II del suelo, referente a textura, infiltración y capacidad de retención de agua. Las propiedades físicas de cada terreno son distintas y deberán ser tomadas en cuenta antes de decidir las características de nuestro sistema de riego. Para cultivos con espaciamiento corto, como la cebolla, es necesario utilizar un espaciamiento

de gotero corto, como por ejemplo, un espaciamiento de 10 cm entre gotero.

► **Por su comportamiento hidráulico.**

Normales o estándares: son goteros que cuando mayor sea la presión más caudal de agua arrojan. Este tipo de goteros a su vez pueden ser de conducto largo, laberinto, orificio.

Autocompensantes: mantienen el caudal más o menos constante, aunque varíe la presión de entrada dentro de un determinado rango de presiones, al que se denomina intervalo de compensación. Son indicados para lugares donde hay grandes diferencias de presión debidas a desniveles topográficos, como en las zonas de ladera o a grandes pérdidas de carga.

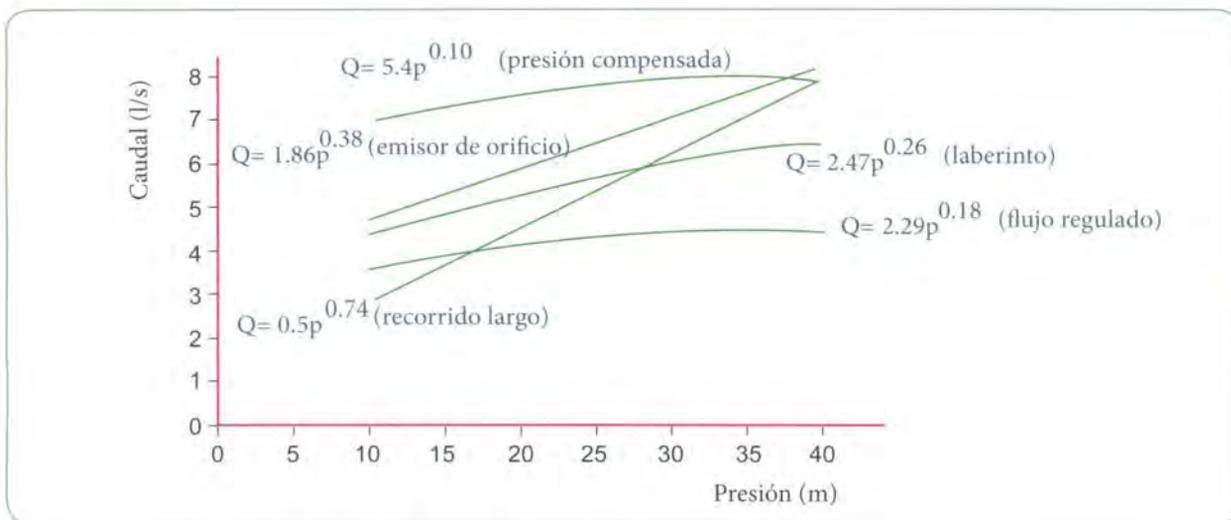


Figura 25. Relaciones típicas de descarga y presión en goteos (colocar la equivalencia de metros en PSI).

La figura 25 nos muestra que a mayor presión en las cintas de goteo convencionales la descarga del gotero o emisor será mayor, con la excepción de las cintas, mangueras o goteos autocompensados.

► Aspersión

El riego por aspersión es el agua lanzada al aire por presión y cae en forma de lluvia al terreno, que es cubierto en su totalidad. Los aspersores aplican el agua en forma circular y hay distintos tipos de ellos:

- a. Sprays
- b. Rotores
 - Impacto
 - Reacción

Se clasifican por tamaño, ángulo, alcance, presión, material del que están hechos, etc. El riego por aspersión es ampliamente usado en el mundo y se adapta bien a gran variedad de suelos, topografías, cultivos y aguas. Las eficiencias que pueden obtenerse alcanzan hasta el 85% en sistemas bien diseñados. La vida útil puede ser de más de 25 años, su uso y mantenimiento es sencillo.

En los últimos años se tiende al uso de aspersores pequeños y de baja presión, por el consumo de energía. A continuación mencionamos los tipos de aspersores que existen:

1. Atendiendo a movilidad:

- Fijo.
- Semi fijo.
- Móvil.

2. Atendiendo a tamaño:

- Miniaspersión.
- Aspersión.
- Cañones.

3. Atendiendo a operación:

- Manuales.
- Automáticos.
 - a. Lateral rodante.
 - b. Cañones viajeros.
 - c. Pivotes central y lineal.



Foto 68. Pivote Central de La Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.



Foto 69. Aspersores de impacto marca Rain Bird.

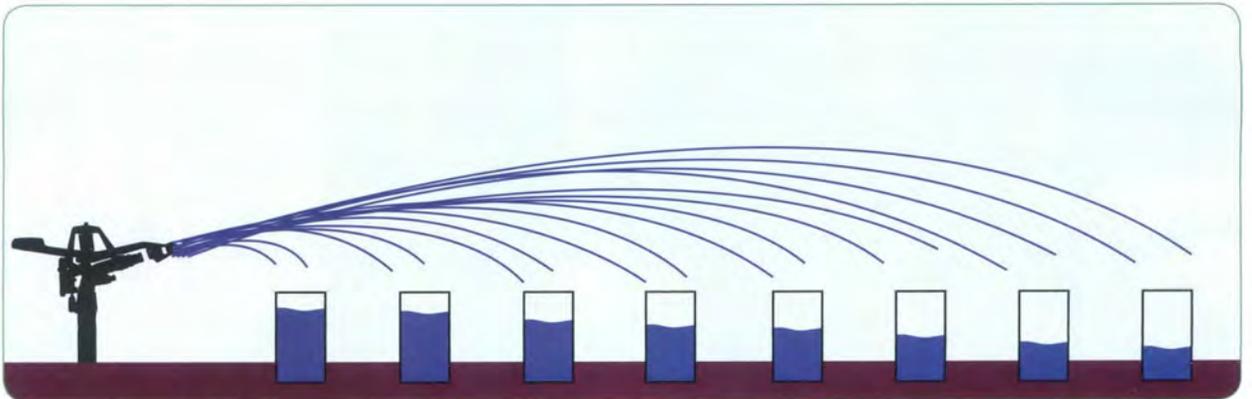


Figura 25. Cantidad de agua emitida respecto a la distancia del aspersor.

A medida nos alejamos del aspersor la cantidad de agua que cae sobre el suelo es menor.

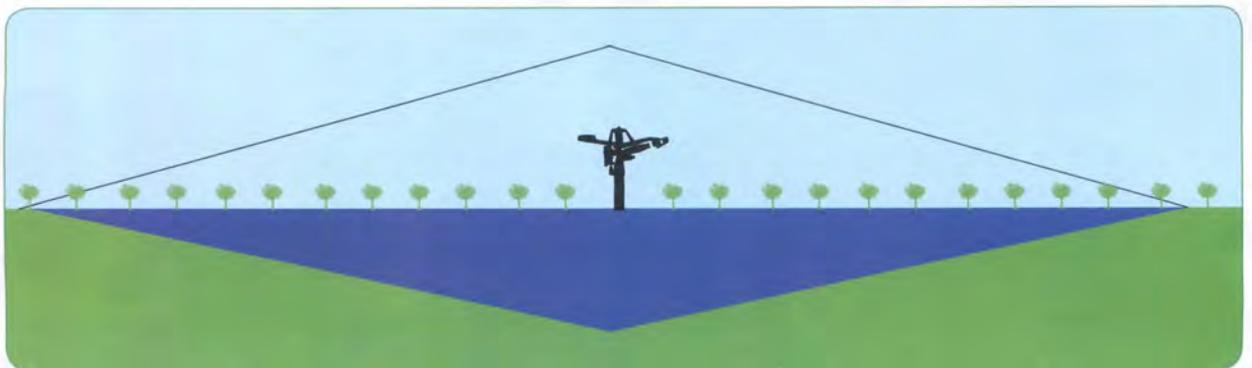


Figura 26. Patrón de humedecimiento de un aspersor.

Un solo aspersor regando producirá un patrón de mojado como este, cerca del aspersor estará más mojado y a medida nos retiramos de este, el humedecimiento del suelo es menor.

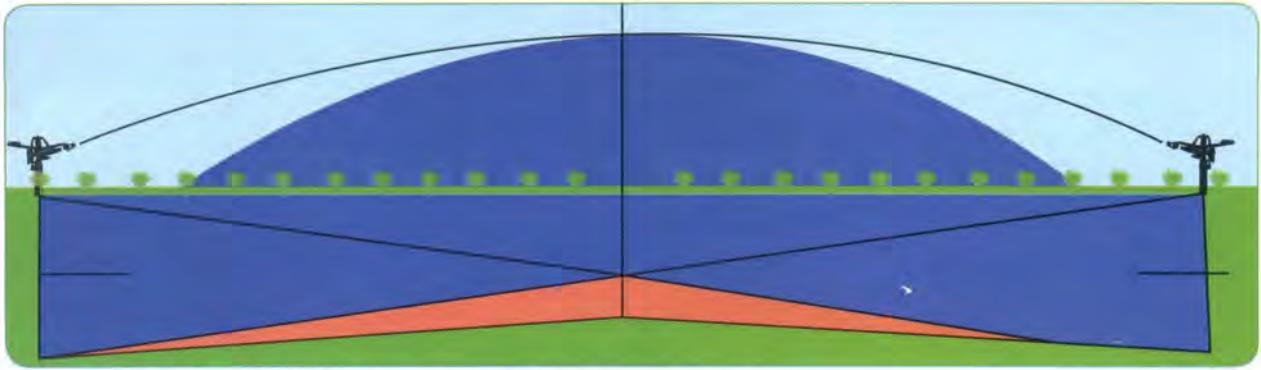


Figura 27. Traslape de humedecimiento de dos aspersores.

Es necesario que exista un traslape para tener uniformidad de riego, es decir cuando colocamos las estacas para fijar las posiciones de los aspersores, se debe considerar el radio o diámetro de humedecimiento del aspersor, en otras palabras cuantos metros moja a cada lado el aspersor.

Por ejemplo: Si tengo un aspersor que moja 6 m de radio, es decir moja un total de 12 m, al momento de colocar las posiciones de los aspersores no debo dejar los aspersores cada 12 m, si quiero un traslape del 100% para poder lograr una buena uniformidad de riego, entonces debo colocar los aspersores al 50% de su diámetro de humedecimiento, si este diámetro es 12 m entonces tengo que dejar un espacio de 6 m entre cada aspersor para lograr el 100 % del traslape.

► Arreglo de aspersores

El aspersor no moja una superficie uniformemente. En general la parte más alejada del aspersor alcanza menos humedad, además, el área cubierta tiene una forma circular que no permite un arreglo sin la superposición de la superficie que riegan los aspersores adyacentes. Por esto existen tres tipos de arreglos básicos de los aspersores.

- Arreglo en cuadrado. La distancia entre aspersores es igual a la distancia a la que se mueve la lateral. Esta distancia es igual a 1.4 veces el radio del círculo de aspersión. Por ejemplo, si el diámetro de un círculo es de 24 m, el espacio entre los aspersores en la lateral será de 1.4×12 (radio del círculo), o sea, de 16.8 m.
- Arreglo en rectángulo: el espacio entre los aspersores es menor que la distancia a la cual se mueve la lateral. Por ejemplo, cuando el diámetro del círculo de aspersión es de 24 m, se colocan los aspersores a 12 m (radio), y se mueve la lateral a una distancia de 1.7×12 (radio del círculo), o sea, aproximadamente a 20 m.
- Arreglo en triángulo: la distancia entre los aspersores es igual a 1.5 veces el radio

del círculo de aspersión. En el caso de que el diámetro del círculo de aspersión sea de 24 m, Los aspersores se colocan a una distancia de 18 m o sea 1.5×12 m (radio del círculo).

► Micro aspersión

Si aplicamos todo lo dicho para aspersión a tamaño miniatura, tenemos la microaspersión. La principal diferencia, aparte del tamaño del equipo, es que microaspersión es riego localizado, es decir, no se moja toda el área. Se usa principalmente para frutales y plantas ornamentales. El alcance es de 1 a 4 m de radio, hay de tipo fijos (spray) y rotatorios.



Foto 70. Microaspersores en etapa inicial de un cultivo de plátano.



Foto 71. Frutales con riego por microaspersión.

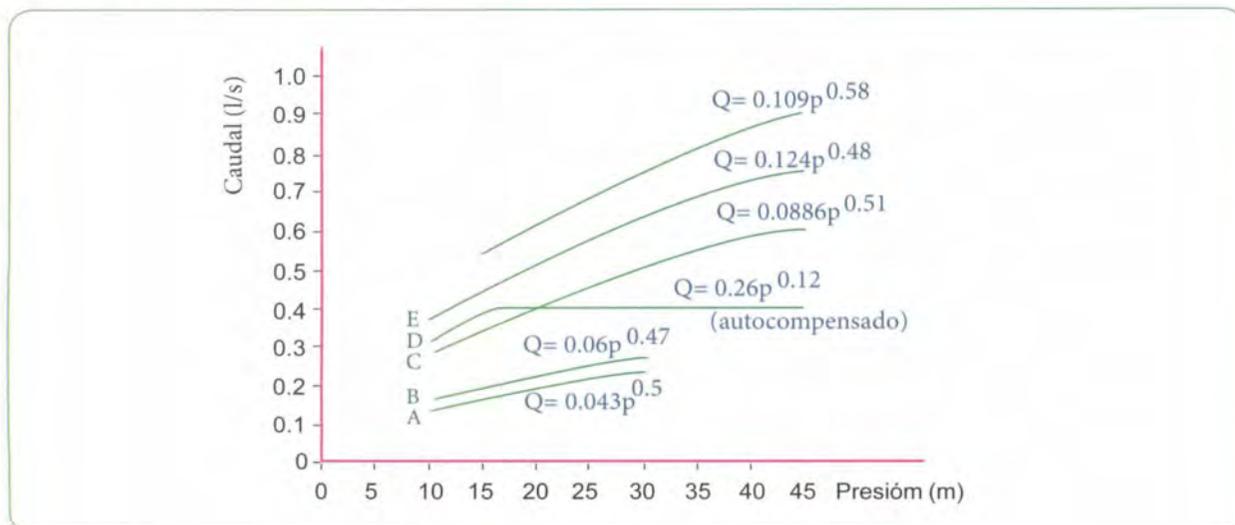


Figura 28. Relaciones típicas de descarga y presión para microaspersión.

En la figura 28 podemos apreciar que a mayor presión de trabajo en el microaspersor mayor será el caudal emitido por este.