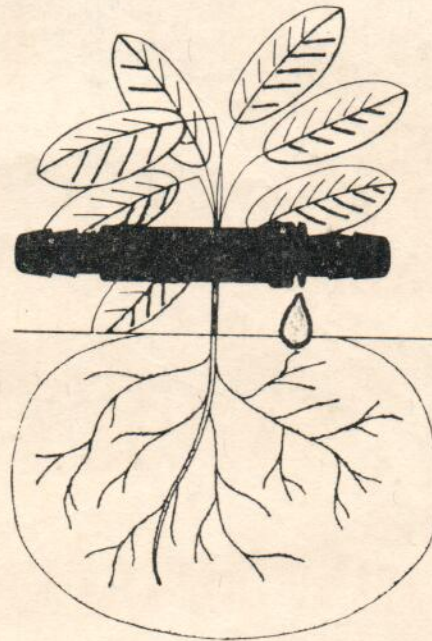




UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
DIRECCION DE EXTENSION

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES

RIEGO POR GOTEO Y
MICROASPERSION

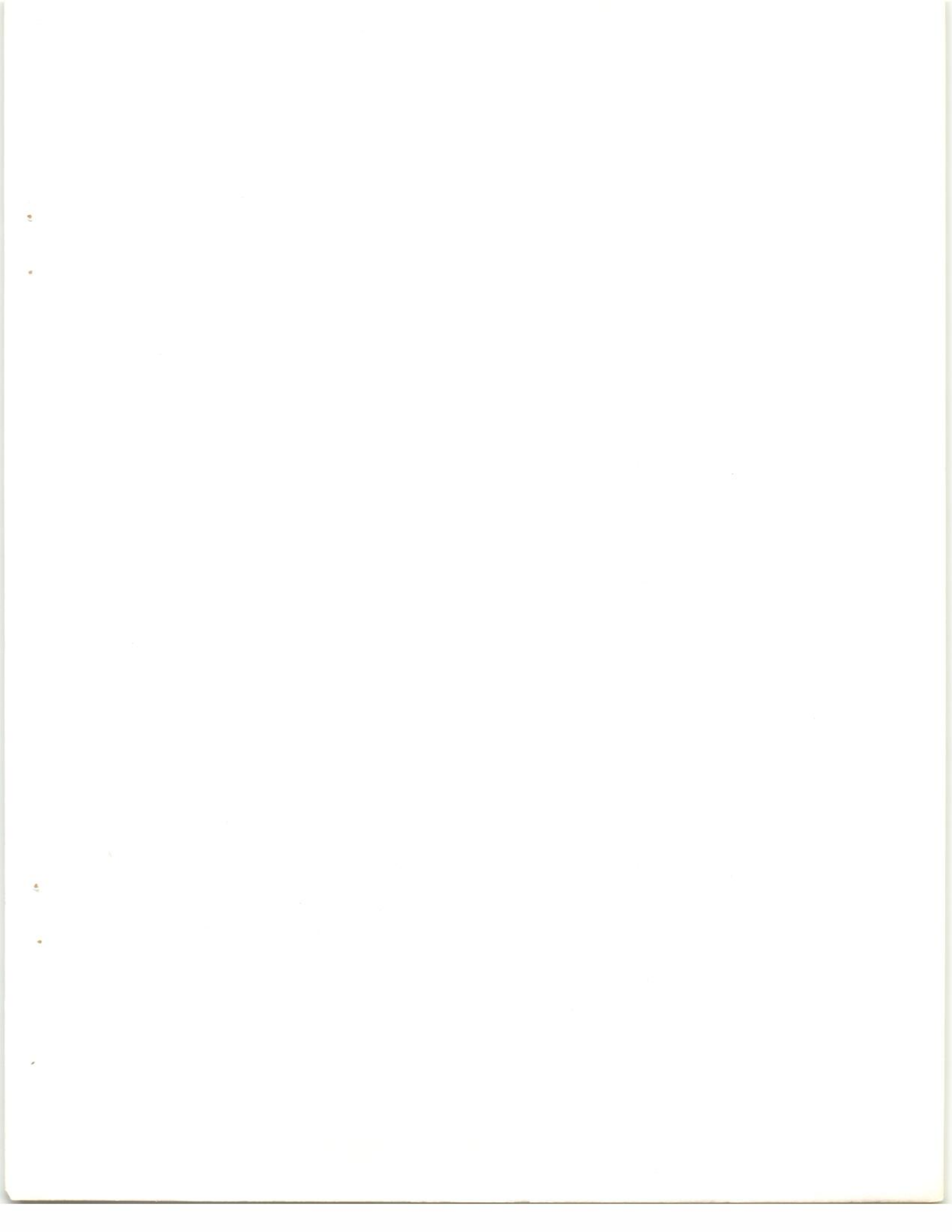


AUTOR

ING. AGR. Ph. D. EDUARDO HOLZAPFEL H.
PROFESOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA
Boletín de Extensión N° 46 Octubre 1990

Chillán



UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS, VETERINARIAS Y FORESTALES
DEPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA

RIEGO POR GOTEO
Y
MICROASPERSION

Dr. Eduardo Holzapfel H.
Ing. Agrónomo, Ph.D.
Universidad de Concepción

Chillán, noviembre de 1990.

INDICE DE MATERIAS

	PAGINA
INTRODUCCION	1
A. METODO DE RIEGO POR GOTEO	2
1. Componentes del método de riego por goteo	3
2. Planificación del riego por goteo	13
B. RIEGO POR MICROASPERSION	23
C. MANEJO DE RIEGO PRESURIZADO EN FRUTALES MENORES	25
1. Manejo de la humedad	25
2. Control de salinidad	30
3. Fertilización	31
4. Sanidad	32
5. Malezas y algas	32
ANEXOS	34

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		PAGINA
1	Sistema completo de riego por goteo	4
2	Filtro de arena y grava	6
3	Estanque de fertilizante	7
4	Microtubo	9
5	Emisores de largo recorrido	11
6	Emisor tipo vórtex	12
7	Típico sistema de distribución en riego por goteo.....	15
8	Relación entre Evapotranspiración y Producción	18
9	Esquema de subdivisión del método de riego por goteo..	19
10	Esquema componente de una subunidad	21
11	Patrón transversal de humedecimiento para goteros y microaspersores	24
12	Relación de reducción de transpiración con porcentaje de raíces humedecidas	27
13	Producción relativa como función de diferentes porcen- tajes de suelo humedecido	28
14	Perfil humedecimiento en riego por goteo	29

INTRODUCCION

El riego es la reposición del déficit de agua debido a la insuficiencia en precipitación para compensar la evapotranspiración de los frutales. Es una de las prácticas culturales más antiguas y aún sus métodos sufren notorios cambios. En el futuro se requerirá un mejoramiento acelerado, ya que la competencia por productos de mejor calidad y por recursos cada vez más escasos, será más severa.

Un método de riego bien planeado y utilizado de manera eficiente, contribuye en forma significativa al desarrollo y beneficio de la empresa agrícola.

En general, los métodos de riego presurizado distribuyen el agua a través de tuberías a presión y aplican el agua por medio de emisores (goteros, microjet).

A. METODO DE RIEGO POR GOTEO

El área irrigada con el método de riego por goteo ha aumentado significativamente en los últimos 10 años. Este método fue introducido en Inglaterra en el año 1947. Posteriormente, en la década del 60, se iniciaron numerosos estudios en cultivos agrícolas en áreas con escasez de agua y/o en suelos con pendientes erosivas. En la actualidad, el riego por goteo es usado en un amplio rango de cultivos agrícolas comerciales y condiciones de suelo, reemplazando los métodos más convencionales de riego superficial y por aspersión.

El riego por goteo se podría definir como la aplicación frecuente de pequeñas cantidades de agua al suelo a través de estructuras mecánicas denominadas "Emisores", ubicadas a lo largo de la línea de distribución. Las líneas de distribución son generalmente tubos de polietileno.

El método, en general, opera a presiones entre 4 y 12 metros de agua, entregando de esta manera, a través de los emisores, un caudal que fluctúa entre 2 y 10 litros por hora y el que estará sujeto a las condiciones físicas del suelo y las necesidades de agua del cultivo.

El número de emisores por planta varía en un amplio rango, dependiendo del tipo de cultivo, desde menos de uno y hasta 8 o más por árboles adultos. El volumen de suelo humedecido en riego por goteo es por lo general menor que el humedecido por otros métodos de riego y fluctúa entre 10 y 60% del área total. La forma y el tamaño del volumen humedecido es una función del arreglo y número de emisores, del Programa de riego y las características del movimiento de agua del suelo.

El riego por goteo presenta numerosas ventajas como las que se sintetizan a continuación:

- Mayor eficiencia en el uso del agua.
- Adaptación a cualquier condición de suelo y topografía.
- Aumento de la producción y mejoramiento de la calidad del producto.
- Permite aplicar fertilizantes a través del sistema (a excepción de los fosfatados). Hay economía en fertilizantes.
- Buen control de malezas.
- Area entre las plantas permanece seca y firme. No entorpece las labores de cosecha.
- Zona radicular del cultivo permanece la mayor parte del tiempo bajo condiciones óptimas de humedad.

Una de las principales y mayores desventajas que presenta el método es su costo inicial elevado.

1. Componentes del método de riego por goteo.

Las partes que componen el método de riego por goteo (Fig. 1) son:

- Cabezal de control
- Líneas de distribución de agua
- Emisores u orificios

Cabezal de control.

El cabezal de control consta de un medidor de flujo, válvulas de control, inyector de productos químicos, filtro, manómetro, controles automáticos y bomba (optativo). Normalmente, el cabezal de control está localizado en o cerca de la fuente de agua y/o energía.

Es esencial utilizar aguas limpias para un buen trabajo del método de riego por goteo y por ello los filtros son una parte importante del cabezal. La mayoría de los filtros son equipos sencillos, pero deben cumplir con ciertas características como permitir limpieza

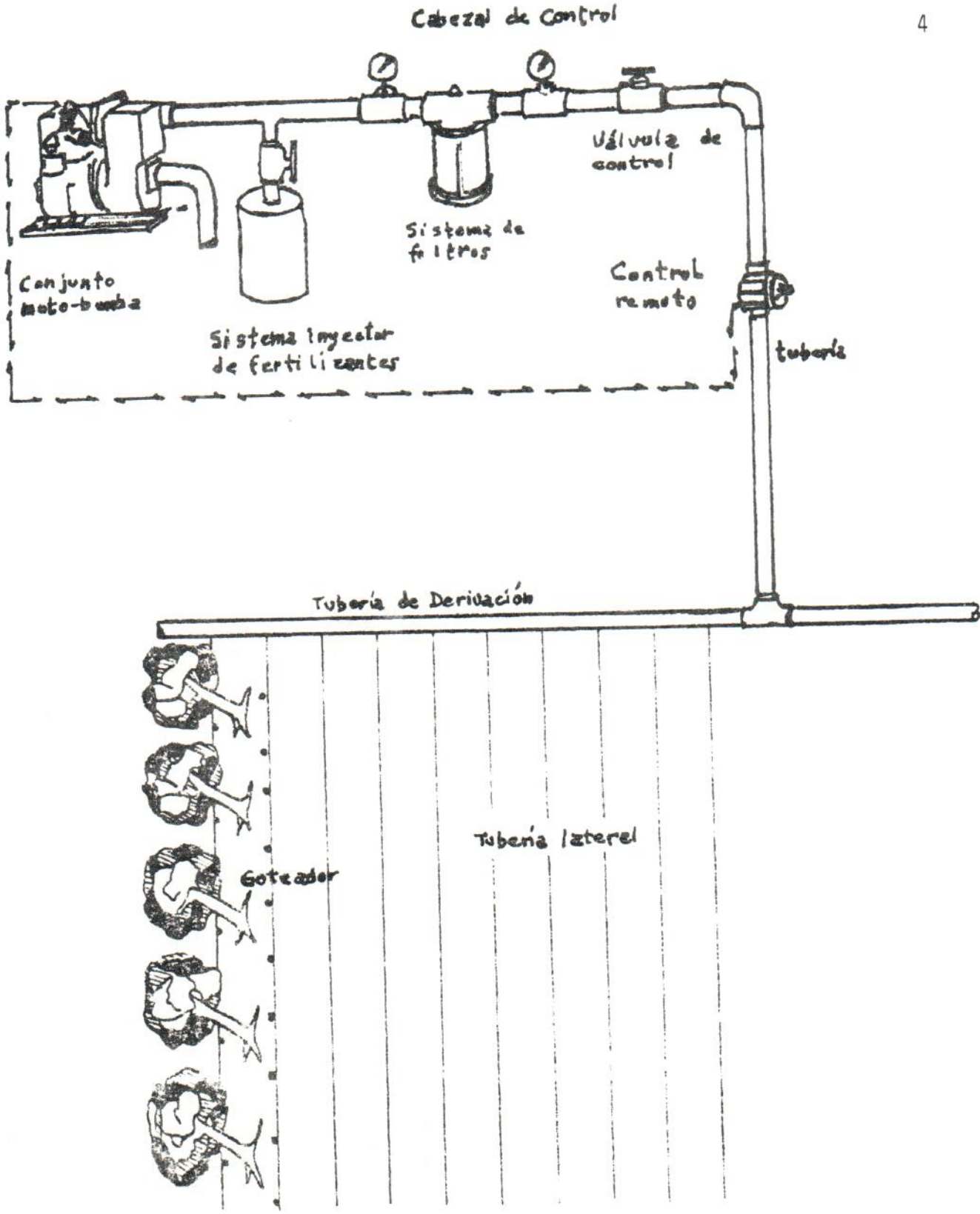


Figura 1. Sistema completo de riego por goteo.

automática y ser eficientes en el control de materias que provoquen obturación de los emisores (Fig. 2).

El sistema de filtro debe tener la capacidad para transportar el caudal requerido y la habilidad para remover las partículas finas; de tamaño varias veces menor que el diámetro del emisor.

La mayoría de las instalaciones incluyen dos tipos de filtros: de arena y de malla, que evitan la obturación de los emisores con material extraño. Es recomendable utilizar desarenadores en la zona adyacente al fozo de captación para proteger la bomba y mover así partículas de tamaño mayor. Se pueden inyectar fertilizantes y otros productos químicos al sistema por pequeñas bombas o colocarlos en estanques presurizados e introduciéndoles por diferencia de presión, a través de un venturi o una válvula de variación de presión (Fig. 3).

Bajo ciertas condiciones del riego por goteo, se requiere de reguladores de presión. Dichos reguladores son utilizados para el control de la presión deseada en diferentes partes del sistema.

Además, se utilizan en el cabezal, válvulas que controlan la apertura y cierre de la sección del sistema en general. Dichas válvulas están conectadas directamente a un "control" (sistema de relojería alimentado por una batería o electricidad) que determina el volumen de agua que debe entregar a cada sección o al sistema en general, dependiendo del tipo de diseño.

Líneas de distribución

La línea principal transporta el agua desde el cabezal de control a la línea de distribución, ya sean secundarias, auxiliares o laterales, dependiendo del diseño que se haya realizado. Normalmente se utilizan materiales como PVC, asbesto, cemento, o polietileno.

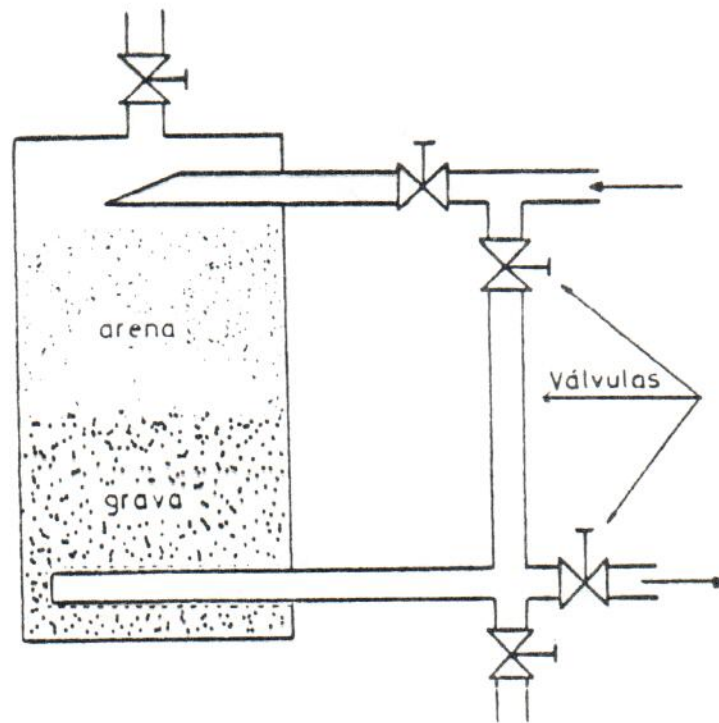


Figura 2. Filtro de arena y grava.

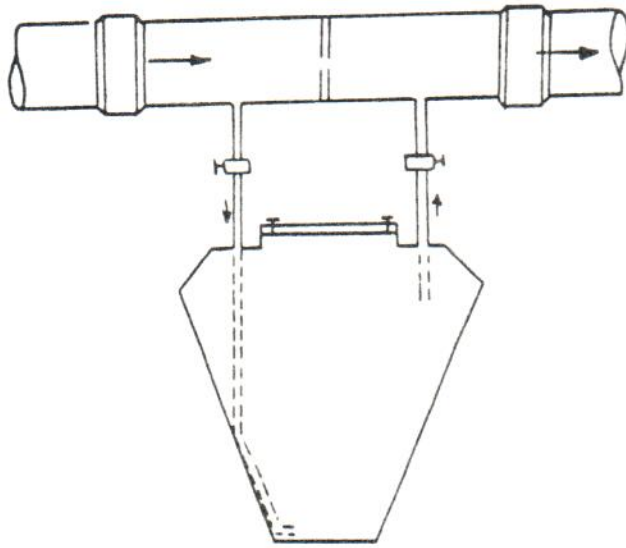


Figura 3. Estanque de fertilizante.

Los laterales distribuyen el agua desde el principal secundario o auxiliar a los emisores que se encuentran conectados a él. Los laterales son por lo general de polietileno, butileno o PVC y tienen diámetros que fluctúan entre 1/4 a 3/4 de pulgada.

Emisores

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. Los emisores varían en tipo y modelo, desde tubos perforados, microtubos y bandas perforadas, a complicados diseños.

El caudal que entregan los emisores es función de la presión en la línea, normalmente varía entre 2 a 10 litros por hora.

Los emisores pueden ser clasificados dentro de cinco categorías:

Microtubos : Los microtubos fueron los primeros tipos de emisores. Ellos consisten en un tubo de plástico de alta densidad (Fig. 4). Se conecta al lateral a través de orificio confeccionado con una especie de punzón. El diámetro interno de los microtubos varía normalmente entre 0.5 a 1.00 milímetros, cuando la presión varía en un rango muy amplio, el caudal puede ser homogenizado variando el largo de los microtubos. Un tubo de largo mayor aumenta la resistencia al flujo y en forma inversa al caudal puede ser aumentado acortando el largo de los microtubos.

Emisores de recorrido largo : Los emisores de recorrido largo tienen características similares al concepto de microtubos. Ellos consisten en una canaleta a la forma de un espiral, con la cabecera inserta en el lateral mientras que el pie deja salir el agua a la

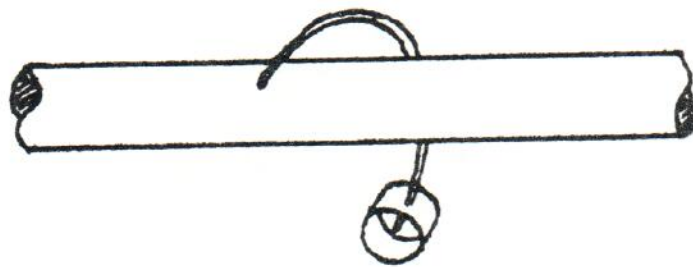


Figura 4. Microtubo.

forma de gota (Fig. 5). Un concepto similar sería un tubito de plástico enrollado alrededor del lateral que produce un amplio recorrido del agua y conectado al lateral a través de una barbilla. El caudal de estos emisores varía entre 4 a 8 litros por hora.

Emisores de orificio (bandas de goteo) : Los emisores de orificio consisten de una perforación de diámetro muy pequeño (0.10 mm) en el lateral desde donde el agua sale a la forma de gota, con un caudal que varía entre 3 a 9 litros por hora bajo condiciones de presión que varían entre 1.0 a 5.0 metros de agua. Variaciones en el flujo son producidas por el continuo cambio en las propiedades del plástico. El problema principal que presentan estos emisores de orificio es que se obturan con extrema facilidad debido a acumulaciones de calcio, fertilizantes o depósitos orgánicos, variando de esta manera el caudal de aplicación.

Emisores tipo vortex : El emisor tipo vortex es similar al concepto de emisores de orificio pero con muchas variaciones de diseño. El agua entra desde el lateral a una cámara a alta velocidad por un orificio en ángulo. El agua adquiere en dicha cámara un movimiento circular hasta salir por otro orificio al exterior. La acción de vortex produce un flujo turbulento que resultaría en una compensación de presión (Fig. 6).

Tubos porosos : En los tubos porosos la descarga del agua se produce a través de todo el largo de lateral. Ellos son usados primordialmente en cultivos en hileras. El tubo es por lo general confeccionado de polímeros compuestos que conforman pequeños poros desde los cuales el agua fluye. Los laterales o tubos por lo general se colocan enterrados en el suelo (entre 5 a 10 cm) son muy sensibles a la obturación. El agua que se usa en este tipo de emisor debe ser muy filtrada.

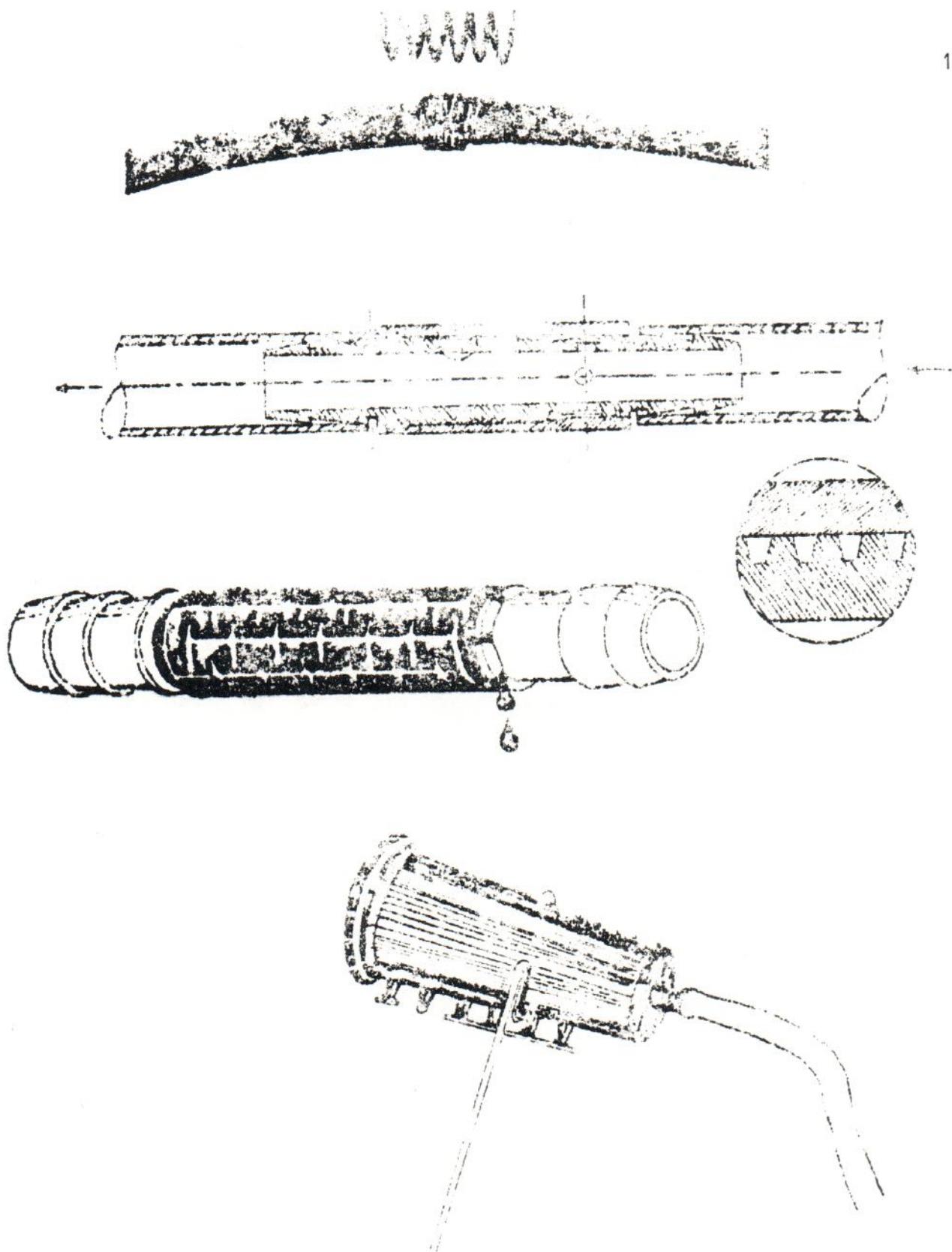


Figura 5. Emisores de largo recorrido.

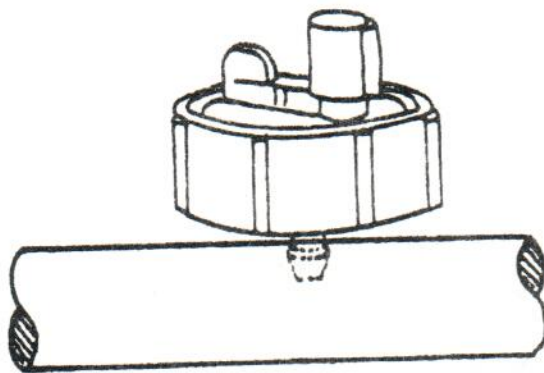


Figura 6. Emisor tipo vórtex.

2. Planificación del riego por goteo.

El proceso de diseño del método de riego por goteo tiene características similares al del riego por aspersión. En primer lugar, es necesario evaluar cuidadosamente las condiciones agronómicas, de suelo, climáticas, de disponibilidad de aguas, hidráulicas y de energía.

El diseño de riego por goteo involucra las siguientes etapas:

Determinación de los requerimientos de agua.

Existen varias aproximaciones para determinar los requerimientos de huertos frutales u otro cultivo regado por goteo. Sin embargo, recientes resultados demuestran que la relación que mejor predice los requerimientos es la que sigue:

$$ETa = Eb * 0.8 * \left(P + \frac{1}{2} (1 - P) \right)$$

para valores de $P \geq 0.5$ donde ETa es la evapotranspiración actual en mm por día, Eb es la evaporación de bandeja en mm por día y P es el porcentaje de sombreado al medio día expresado como factor. Si el $P < 0.5$, entonces:

$$ETa = Eb * 0.8 * P$$

Ahora el volumen de agua requerido por árbol por día, será :

$$Va = ETA * Sp * Sh$$

donde Va es el requerimiento de agua en litros por día, Sp es el espaciamiento de los árboles o cultivos en la hilera en m, y Sh es el espaciamiento entre hilera en m. El volumen total (Vt) a aplicar será:

$$Vt = \frac{Va}{Ea}$$

donde Ea es la eficiencia de aplicación como factor.

Selección de los emisores.

Una discusión de varios tipos de emisores se entregó en la sección precedente, cuyos precios son también muy variados.

La selección del emisor debe estar basada en: (i) costos, (ii) velocidad de aplicación, (iii) facilidad de limpieza, (iv) facilidad de reemplazo, y (v) variabilidad en la descarga.

Número de emisores por planta.

El número de emisores por planta es variable y es función del estado de desarrollo de los árboles, el volumen radicular que se desea humedecer y del tipo de gotero.

Investigaciones recientes han demostrado que como mínimo se debe humedecer un 30% de la zona radicular para no provocar stress en los árboles o cultivos.

Distribución de tuberías.

La distribución incluirá una extensiva red de tuberías que implica lateral secundario, auxiliar y principal. Un auxiliar con su secundario y los laterales que están conectados a él conforman una subunidad.

El hecho de subdividir el área de riego por goteo en subunidades (Fig. 7). tiene una serie de ventajas de manejo. Si se quisiera regar toda el área a la vez, debe reducirse el caudal de los emiso-

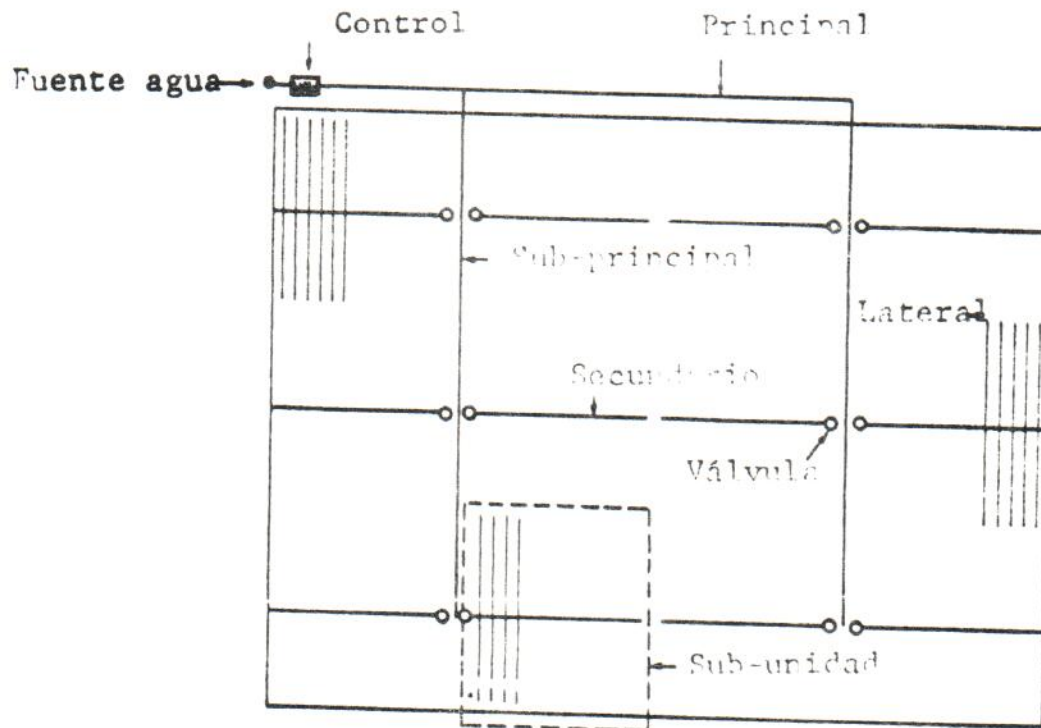


Figura 7. Típico sistema de distribución en riego por goteo.

res restringiendo el humedecimiento lateral, sobre todo, en suelos arenosos y aumentando las posibilidades de obturación de los goteros.

El dimensionamiento de la subunidad es función de: (i) descarga del gotero, (ii) disponibilidad de agua, (iii) dimensionamiento del lateral o largo máximo permisible del lateral, y (iv) uniformidad de distribución.

El cálculo del diámetro de tuberías y requerimiento de potencia se determinan de igual forma que el riego por aspersión.

EJEMPLO

PLAN DE RIEGO POR GOTEO Y MICROASPERSION

La instalación del equipo de riego por goteo debe abastecer a un huerto de Perales plantado a 6 por 6 metros. El área es de 14.4 ha (350 x 384 m).

CUADRO 1. ANTECEDENTES DEL SECTOR. (Huerto frutal).

Item	Unidad	Valor
Distancia entre grupo emisores	m	6.0
Distancia entre laterales	m	6.0
Número de emisores por grupo		8.0
Tiempo disponible para riego	hr/día	20.0
Agua disponible	m ³ /hr	72.0
Largo elevador	m	0.6

En la Figura 8 se entrega la relación entre evapotranspiración y producción para perales. La máxima evapotranspiración real anual del área es de 0.715 m para una evapotranspiración real máxima promedio para una década (10 días) con un 85% de seguridad es de 7.0 mm/día.

En la Figura 9 se entrega la subdivisión del sector en subunidades determinando que trabajan 2 de ellas simultáneamente en el período de máxima demanda.

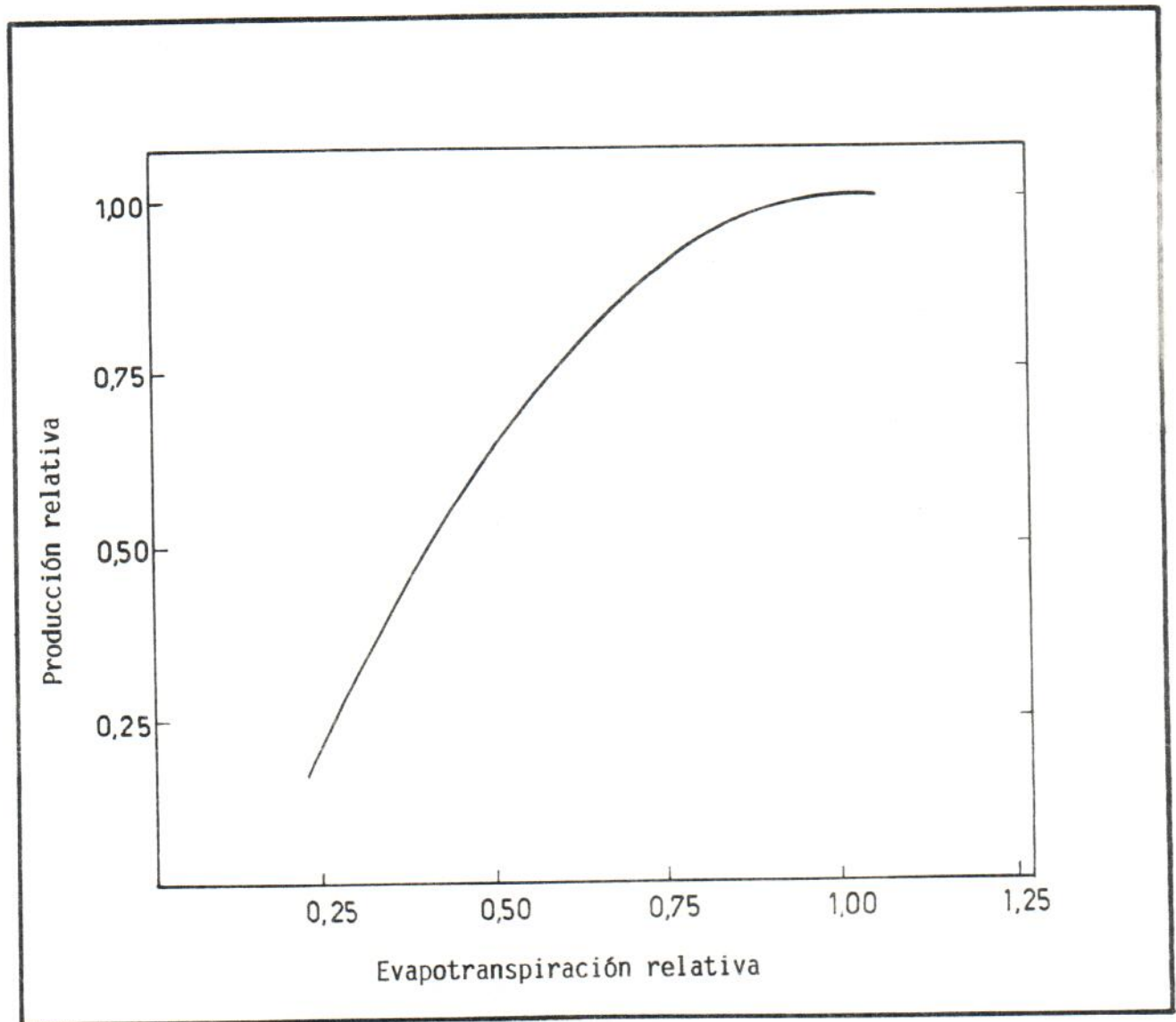


Figura 8. Relación entre Evapotranspiración y Producción.

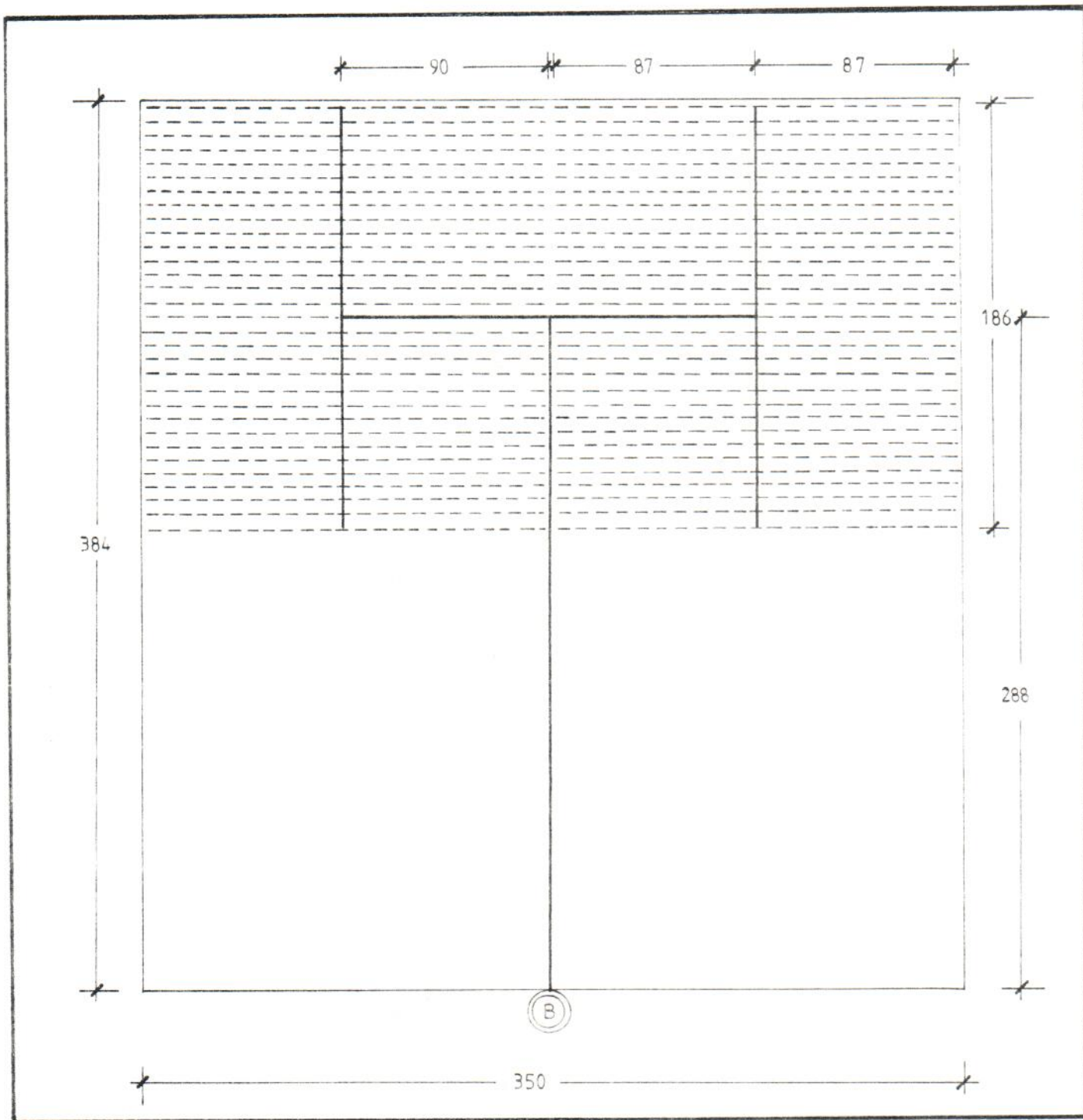


Figura 9. Esquema de subdivisión del método de riego por goteo.

En el Cuadro 2 se entregan las dimensiones de cada uno de los componentes de una subunidad como los que se muestran en la Figura 6.30 .

CUADRO 2. DIMENSIONES DEL SISTEMA DE GOTEO.

Parámetro	Unidad	Valor
Caudal emisor	m ³ /hr	0.003
Presión emisor	m	4.008
Largo lateral	m	87.000
Largo secundario	m	186.000
Largo auxiliar	m	90.000
Largo subprincipal	m	288.000
Número subunidades	m	4.000
Diámetro tubería lateral	m	0.017
Diámetro tubería secundario	m	0.071
Diámetro tubería elevador	m	0.036
Diámetro tubería auxiliar	m	0.134
Diámetro tubería subprincipal	m	0.192

En el Cuadro 3 se entrega el número total de cada ítem requerido para la implementación del sistema de riego por goteo.

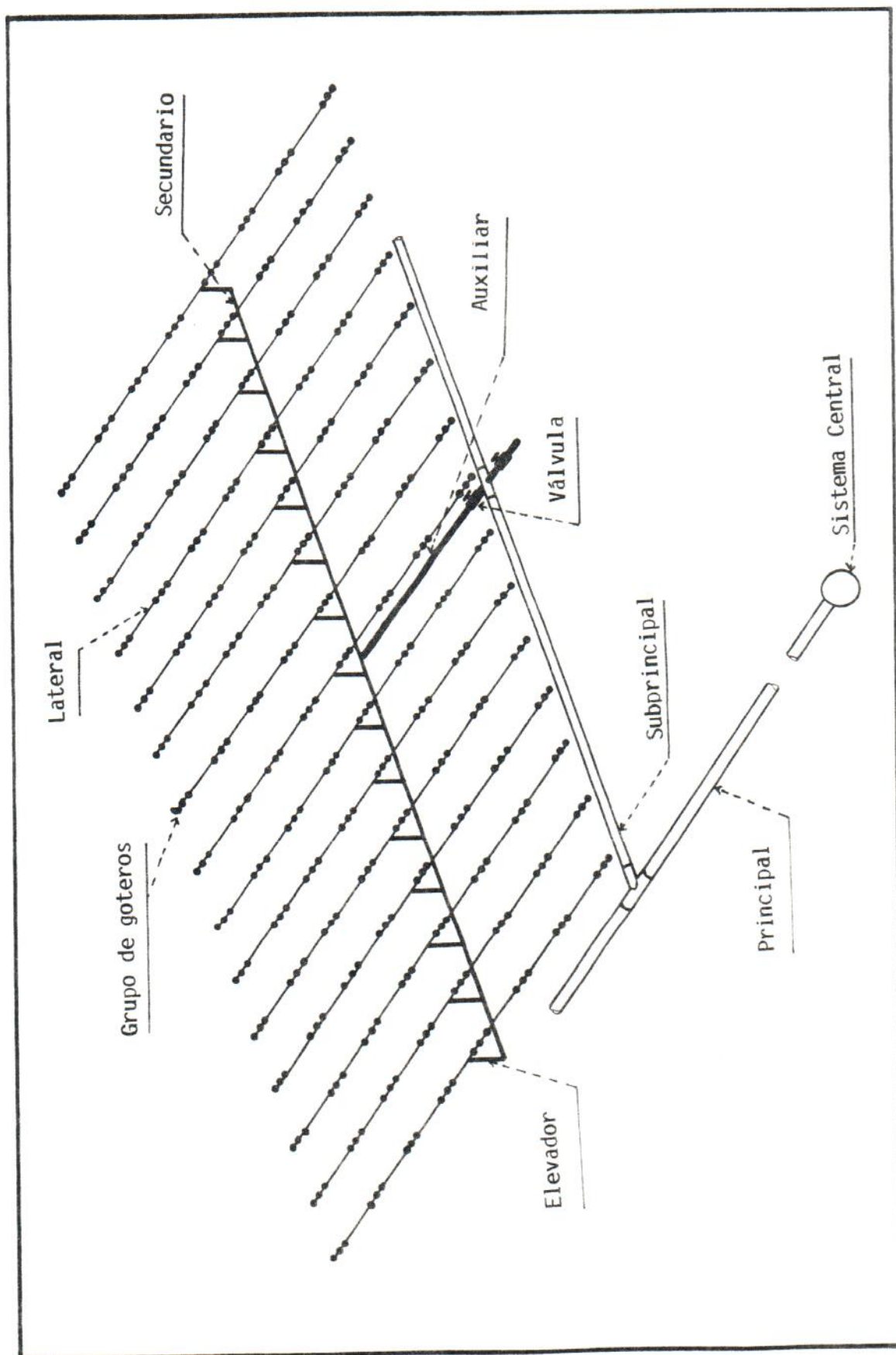


Figura 10. Esquema componente de una subunidad.

CUADRO 3. MATERIAL TOTAL REQUERIDO POR ITEM PARA IMPLEMENTAR SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

Item	Unidad	Cantidad
Emisores		30.720,0
Tubería lateral	m	22.272,0
Tubería secundaria	m	744,0
Tubería auxiliar	m	360,0
Tubería elevador	m	76,8
Tubería subprincipal	m	288,0
Tees Secundario elevador		128,0
Tees elevador-lateral		128,0
Tees auxiliar-secundario		4,0
Tees auxiliar-subprincipal		4,0
Tapones laterales		256,0
Válvulas con regulador de presión		4,0
Caudal requerido	lt/seg	11,7
Equipo de bombeo	kw	3,0

B. RIEGO POR MICROASPERSIÓN

El riego por microaspersión consiste en la aplicación de agua a la superficie del suelo a través de estructuras denominadas emisores de aerosol, nebulizadores, microjet, o pequeños aspersores que tienen el mismo rol que los goteros. La diferencia fundamental de la microaspersión con goteo radica en que el volumen de aplicación es mayor (40 a 100 litros por hora), y que el área humedecida por ellos es más amplia.

La microaspersión tiene gran aceptación para el riego de frutales mayores y menores. En Florida (USA), un alto porcentaje de los huertos de manejo está bajo riego por microaspersión. En Chile, se utiliza con frecuencia en frutales menores para mojar la banda de plantación.

En la Figura 11 es posible visualizar la diferencia en la forma de aplicación y distribución de agua entre el gotero y microjet.

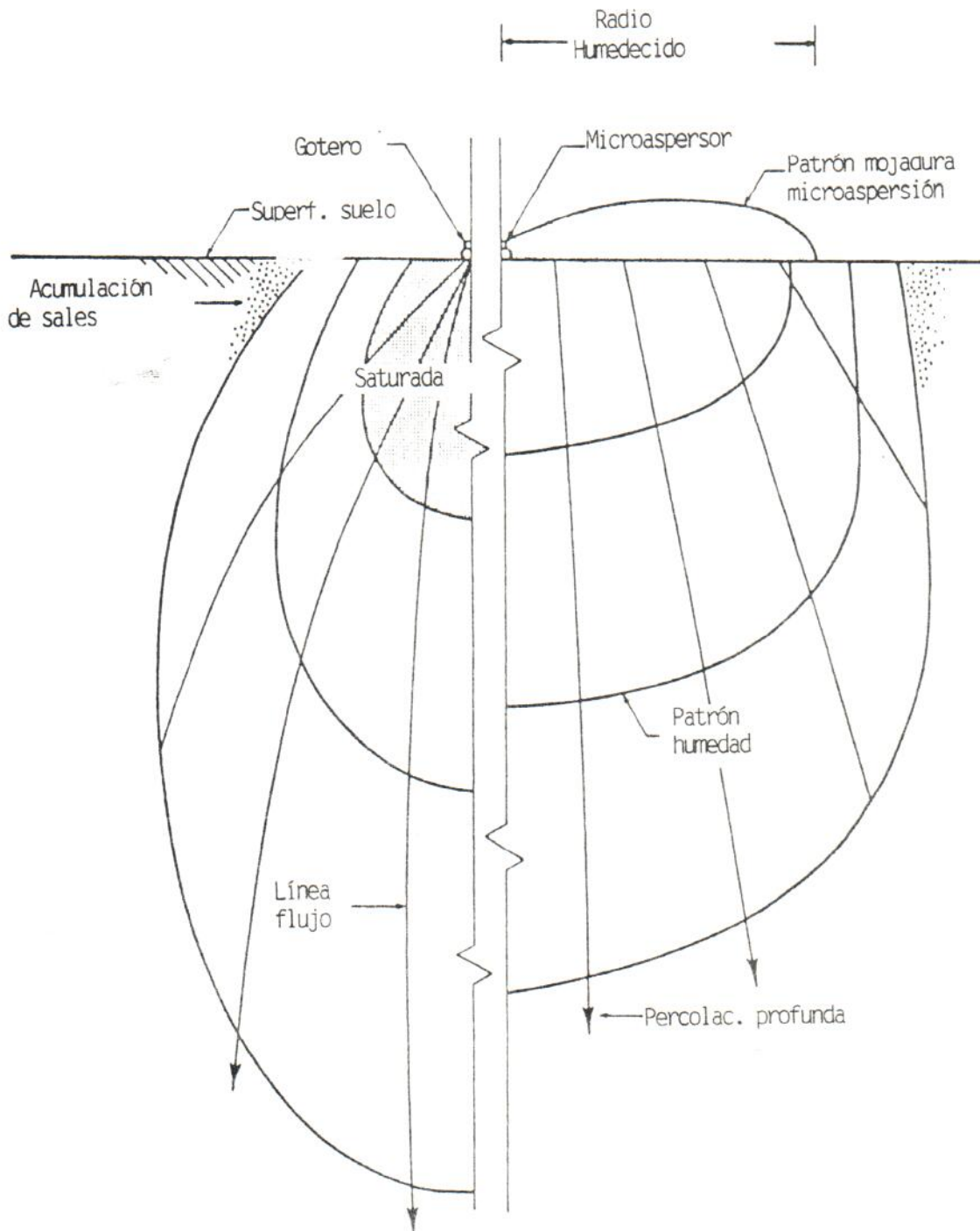


Figura 11. Patrón transversal de humedecimiento para goteros y microaspersores.

C. MANEJO DE RIEGO PRESURIZADO EN FRUTALES MENORES

Los métodos de riego presurizado tienen como factor común un alto grado de control del agua a aplicar y un costo de implantación elevado que induce a una óptima utilización de los recursos en la producción.

La exactitud en los volúmenes de agua aplicados permiten una gran flexibilidad y utilización del sistema; para diversas condiciones de manejo, de variados factores entre los que podemos destacar humedad, fertilización, salinidad, sanidad, control de malezas y algas y adecuar las condiciones microclimáticas al objetivo de la producción.

Existen, además, ciertos aspectos en el manejo de los equipos de riego presurizado que permiten un funcionamiento adecuado de éste, que son de tipo preventivo al taponamiento y variación en la descarga entre las unidades de aplicación. Lo anteriormente descrito supone que el equipo de riego presurizado ha sido diseñado en forma óptima tomando como base las necesidades del frutal y donde se ha considerado la presión de operación base, el grado de variación de presión aceptada y las unidades de aplicación adecuadas.

1. Manejo de la humedad

El área humedecida puede ser fácilmente controlada en riego por goteo y microaspersión. En riego por aspersión se humedece toda la superficie lo que produce grandes pérdidas por evaporación, en especial, en el período de desarrollo del frutal, por ello es una práctica común implantar cultivos anuales en las entrehileras durante este período, para mejor utilizar el recurso hídrico. Esta es una práctica usual en California, aunque muchos especialistas en fruticultura no la recomiendan porque se cree que hace perder vigor al frutal.

En el caso de microaspersión y goteo, el área humedecida se controla con el número de unidades de aplicación funcionando y su velocidad de aplicación. Existen antecedentes que permiten establecer las relaciones entre porcentaje de suelo humedecido y su efecto en la evapotranspiración (Fig. 12), (Black, 1971) y la producción (Fig. 13), (Keller y Karmeli, 1988). Bajo ambos esquemas se puede apreciar que un porcentaje de raíces humedecidos de un 30% es suficiente para producir el máximo esperado, lo que indica la eficiencia del sistema radicular. Es conveniente poner de relieve que a menores valores de volúmenes humedecidos hay un deterioro drástico. Además, el hecho de establecer niveles muy ajustados al umbral de reducción puede ser peligroso si existiesen fallas en el sistema y no pueda operar. Por otro lado, es importante mencionar que los porcentajes humedecidos mencionados son aquellos más cercanos al eje del árbol, ya que si se humedece el mismo porcentaje en sectores alejados podrían producirse problemas de estrés. Desde el punto de vista económico es conveniente humedecer la menor zona posible, ya que se reducen las pérdidas por evaporación y favorece, por otro lado, las labores culturales del frutal.

Otro aspecto que parece importante considerar en riego presurizado localizado, en relación al manejo de la humedad es prevenir áreas de saturación cercanas al tronco. El patrón de distribución de humedad considera (Fig. 14) una fase de transmisión, muy saturada y pobremente aireada, una fase húmeda donde existe una buena relación contenido de humedad-aire y que va monotónicamente decreciendo y una fase de frente húmedo donde el contenido de humedad es igual al inicial. Así podemos deducir que los elementos de aplicación (goteo, microjet), deben estar, a lo menos, a 20 cm desde el tronco en un suelo de textura franca para evitar asfixia de raíces y enfermedades del cuello del árbol. Especial atención debe ponerse en el caso de los huertos de kiwi.

En zonas con muy baja pluviometría se recomienda efectuar aplicaciones de agua prolongadas en períodos de baja actividad del frutal para

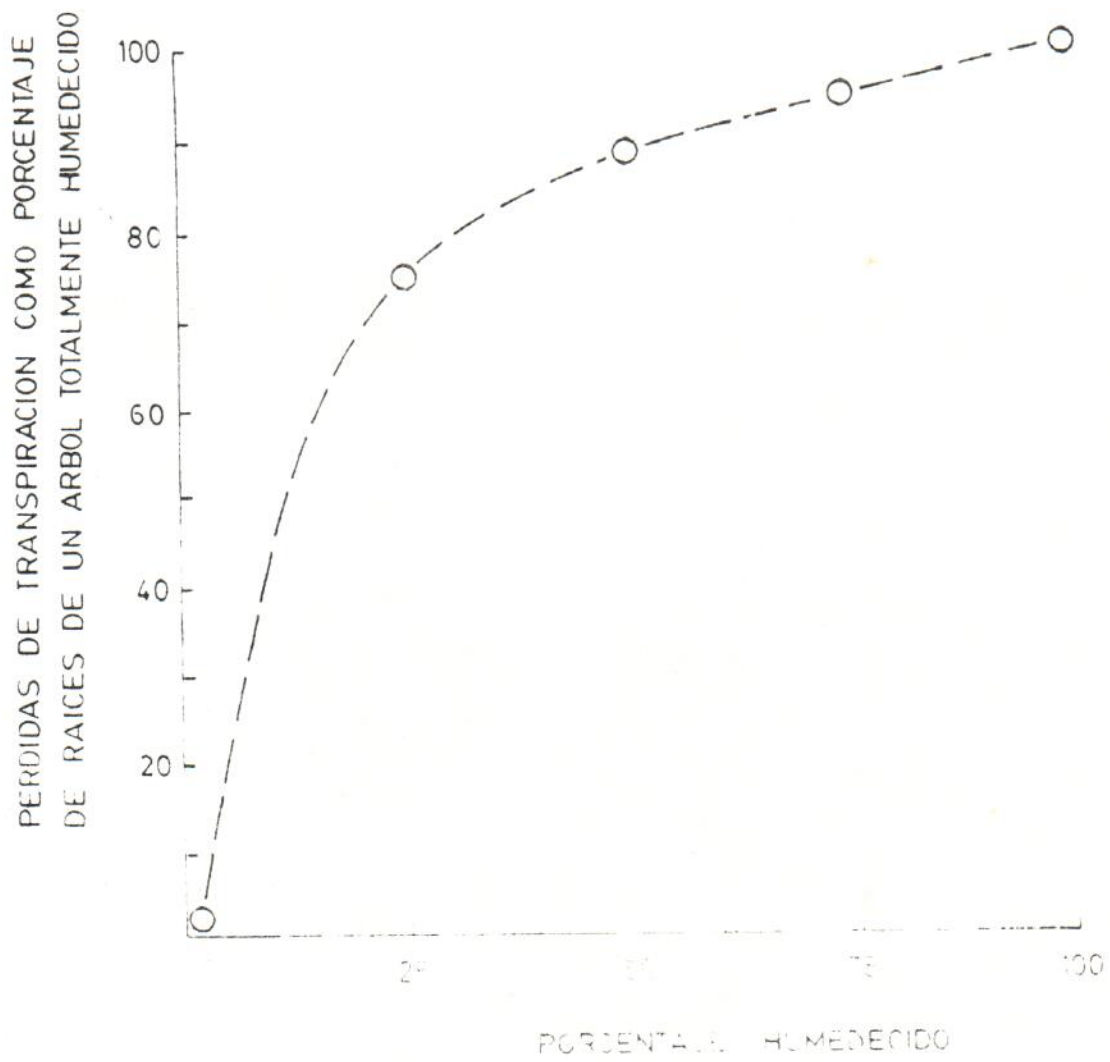


Figura 12. Relación de reducción de transpiración con porcentaje de suelo humedecido.

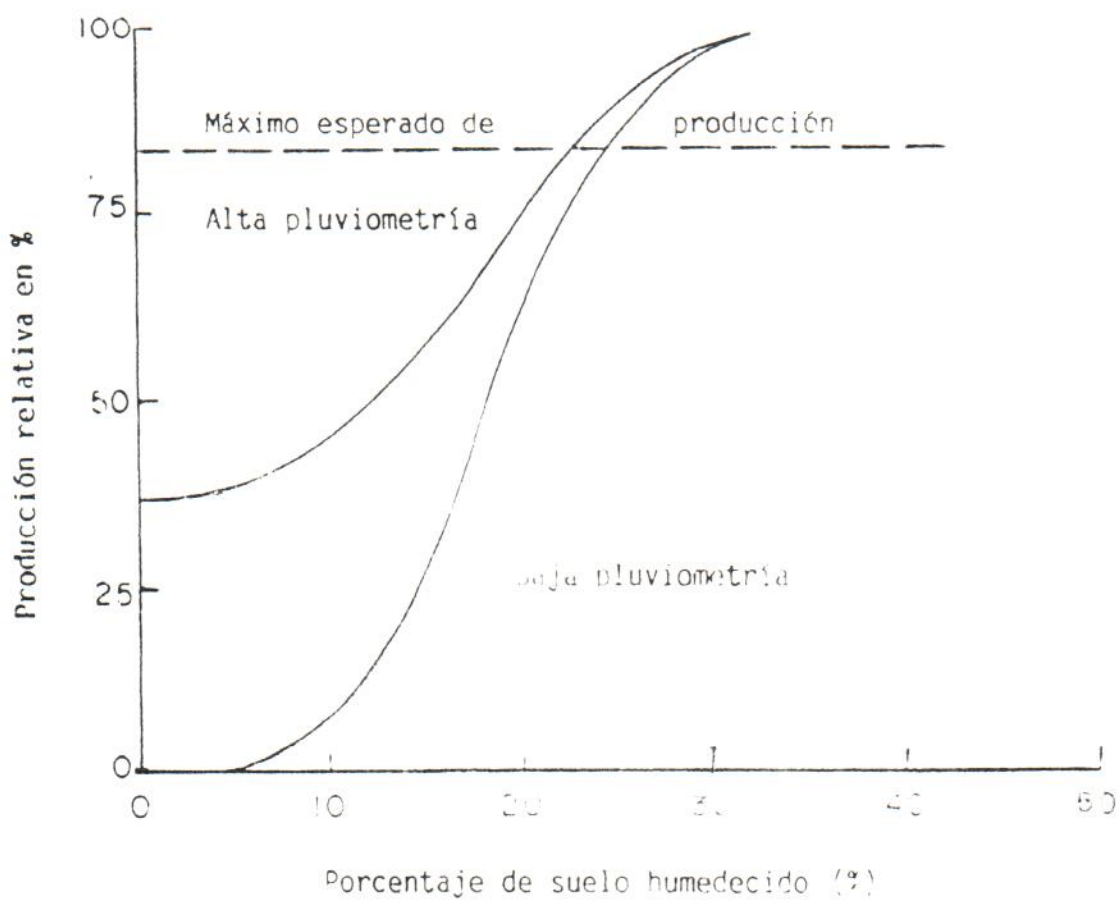


Figura 13. Producción relativa como función de diferentes porcentajes de suelo humedecido.

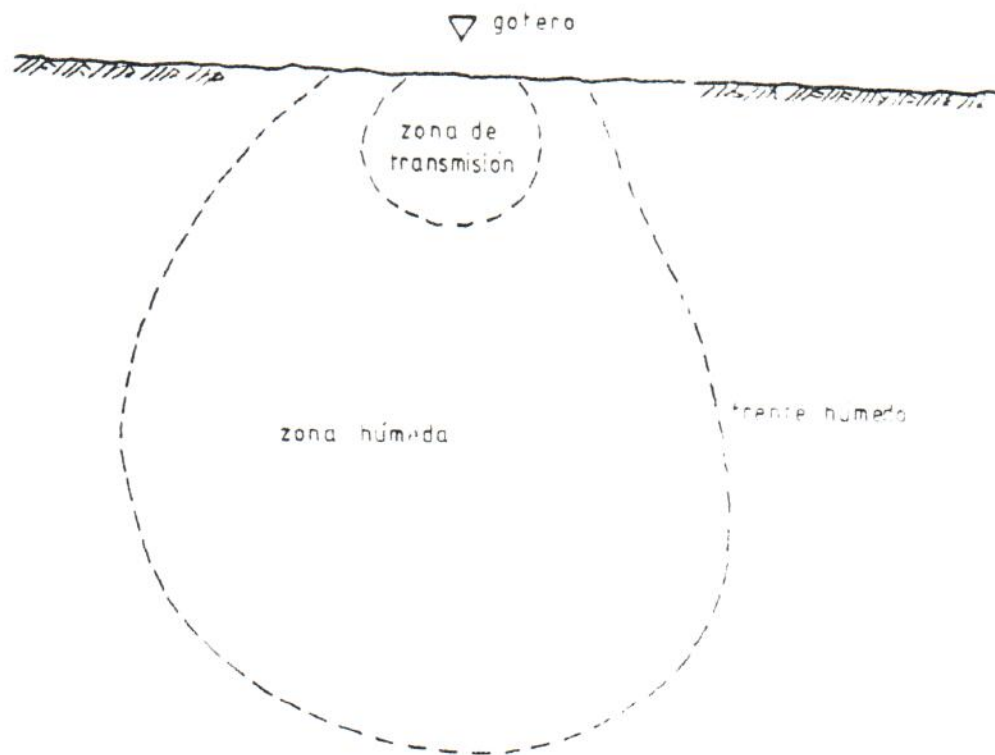


Figura 14. Perfil humedecimiento en riego por goteo.

humedecer un mayor porcentaje del suelo, en ciertos períodos que permita extraer una mayor proporción de elementos minerales y utilizar la fertilidad natural del suelo.

2. Control de Salinidad

La salinización de los suelos es un problema provocado por el mal manejo del riego. La desalinización de los suelos no se efectúa aplicando grandes volúmenes de agua por técnicas de inundación para lixiviar las sales, sino que a través de aplicaciones intermitentes a baja velocidad, es decir, por medio del riego por aspersión.

Un buen manejo del agua consistente en velocidad de aplicación baja (menor que la velocidad de infiltración básica) y en cantidades superiores a las requeridas por el frutal permitirán desplazar la zona salina a estratas más inferiores del suelo.

El riego por goteo con aguas relativamente salinas y bajo condiciones de manejo inadecuado saliniza el suelo. Es indudable que en el sector húmedo las concentraciones de sales se mantendrán bajas, debido al alto contenido de humedad del suelo en el bulbo y al hecho de que el movimiento de sales hacia el interior de él es más lento que el del agua que arrastra las sales hacia la periferia lo que produce una zona salina en el frente húmedo y sobre todo en el sector cercano a la superficie. Este proceso se puede revertir bajo condiciones de riego deficitario o períodos prolongados sin riego.

Para evitar estas condiciones de continua salinización del suelo en áreas con baja pluviometría, es altamente conveniente regar tiempos prolongados durante el período de inactividad del frutal y así lixiviar las sales a estratas donde no se ubican las raíces. Inundar el suelo a través de riego gravitacional no es una práctica adecuada, sin embargo, es recomendable riego por aspersión o el método localizado establecido.

Los frutales en general toleran una salinidad en el extracto saturado (ECe) de alrededor de 8.0 mmhos/cm, con excepción de durazneros y damascos en los cuales el límite es 6 mmhos/cm y la vid que tolera niveles de hasta 12 mmhos/cm.

3. Fertilización

Un riego adecuado consigue un mejor aprovechamiento de los fertilizantes, lo que permite la aplicación de cantidades menores. En condiciones de riego por aspersión, su aplicación debe realizarse en un perímetro alrededor del árbol bajo el follaje con el fin de lograr una localización y aprovechamiento adecuado.

El esparcir el fertilizante sobre la superficie del suelo, bajo condiciones de riego por goteo, permitirá que un pequeño porcentaje sea aprovechable. Sin embargo, en microirrigación es posible obtener un buen aprovechamiento cuando se esparce en la zona de acción del microjet.

En riego por goteo, es conveniente incorporar los fertilizantes al agua de riego para aplicarlos junto con ésta a la planta. El aplicar los fertilizantes a través del riego, reduce las necesidades de mano de obra y equipamiento para esparcirlo. Desafortunadamente, existen algunos fertilizantes que producen problemas de taponamiento en los emisores al ser inyectados en el agua (Nitratos amoniacales) y otros son de muy baja solubilidad con el caso del fósforo.

Los fertilizantes se debe aplicar en un período de alrededor de 2 horas o más para lograr una distribución razonable y al comienzo de cada ciclo de riego permitiendo una limpieza bajo condiciones de alta presión después de ser aplicado. Dichas aplicaciones deben programarse durante el período de riego de acuerdo a las necesidades del frutal.

Existen numerosas investigaciones relacionadas a la aplicación conjunta de agua y fertilización, operación denominada "Fertirrigación". Este tipo de acción permite un mejor uso de ambos recursos y se ha logrado obtener mejores producciones y de mayor calidad.

4. Sanidad

En general, aplicaciones de agua inadecuadas o métodos de riego inapropiados permiten entregar un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades en frutales. Es conveniente mantener un microambiente alrededor del frutal adecuado para su desarrollo, tomando como base la susceptibilidad de éste a diferentes enfermedades. En algunos frutales es conveniente mantener, para el desarrollo y producción óptima, un cierto grado de humedad relativa, que se logra crear con riego en que se asperja el agua (aspersión, microjet), en otros, se requiere un ambiente seco para evitar cierto tipo de enfermedades que ataquen el producto o la planta, lo que se logra a través del riego por goteo.

En relación a enfermedades que se producen en la raíz por exceso de humedad, no deben producirse bajo riego presurizado en que se aplican los volúmenes de agua adecuados y por períodos de riego no prolongados. Además, que es posible aplicar productos en el agua para reventar cualquier ataque de esta naturaleza.

5. Malezas y algas

El riego presurizado permite un buen control de malezas. En riego por aspersión existe un control de semillas de malezas que tiene el agua de riego y en un mayor grado en riego por goteo con el filtraje que tiene el agua.

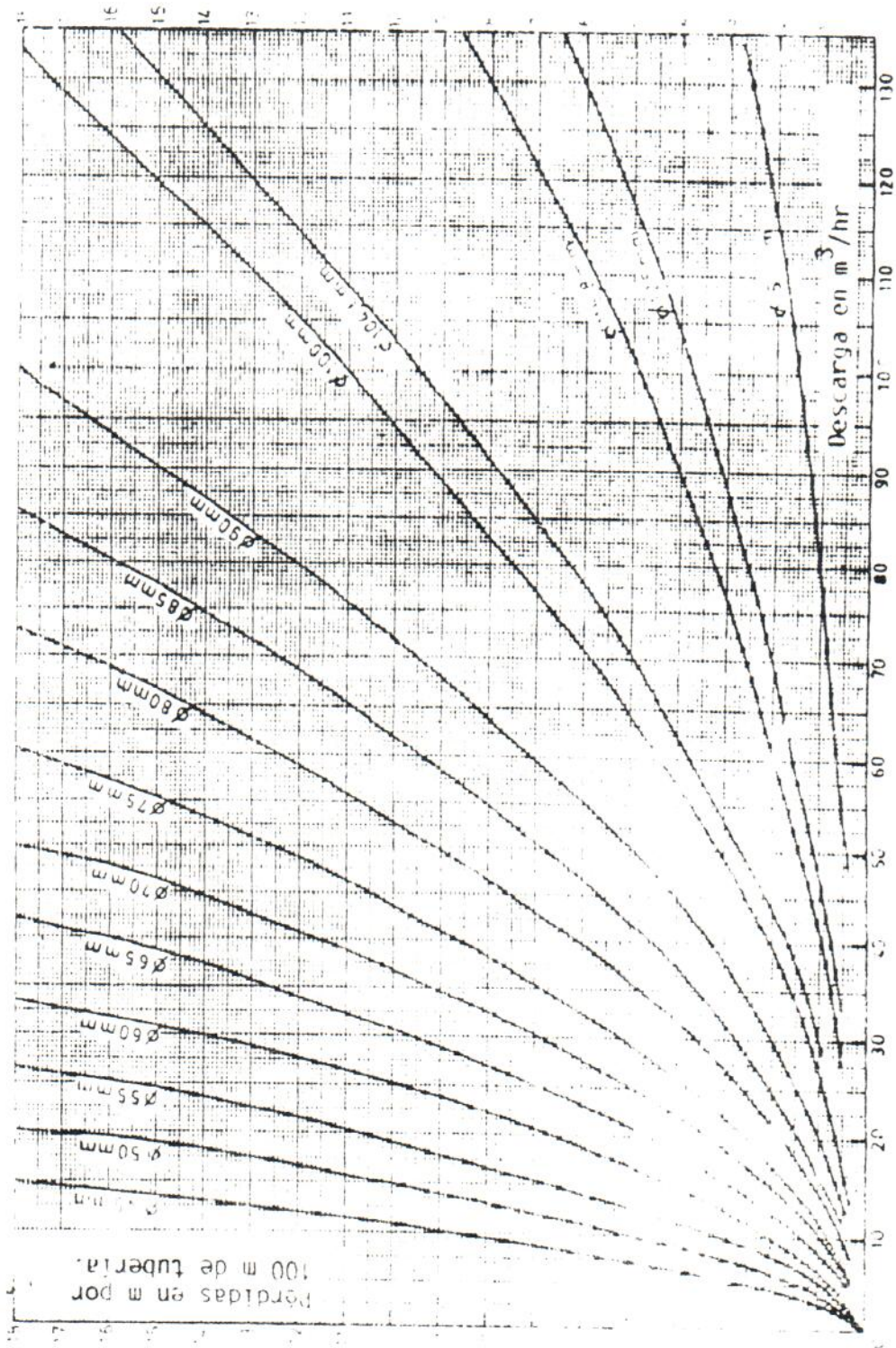
En riego por goteo, además, se logra un control de malezas en la entrehilera al no aplicar agua en dicho sector, sobre todo en áreas de clima árido.

El control de malezas químicos se puede aplicar a través del agua en cualquier sistema presurizado, si los productos de control aplicados son de acción específica, evitando de esta manera intoxicaciones al frutal.

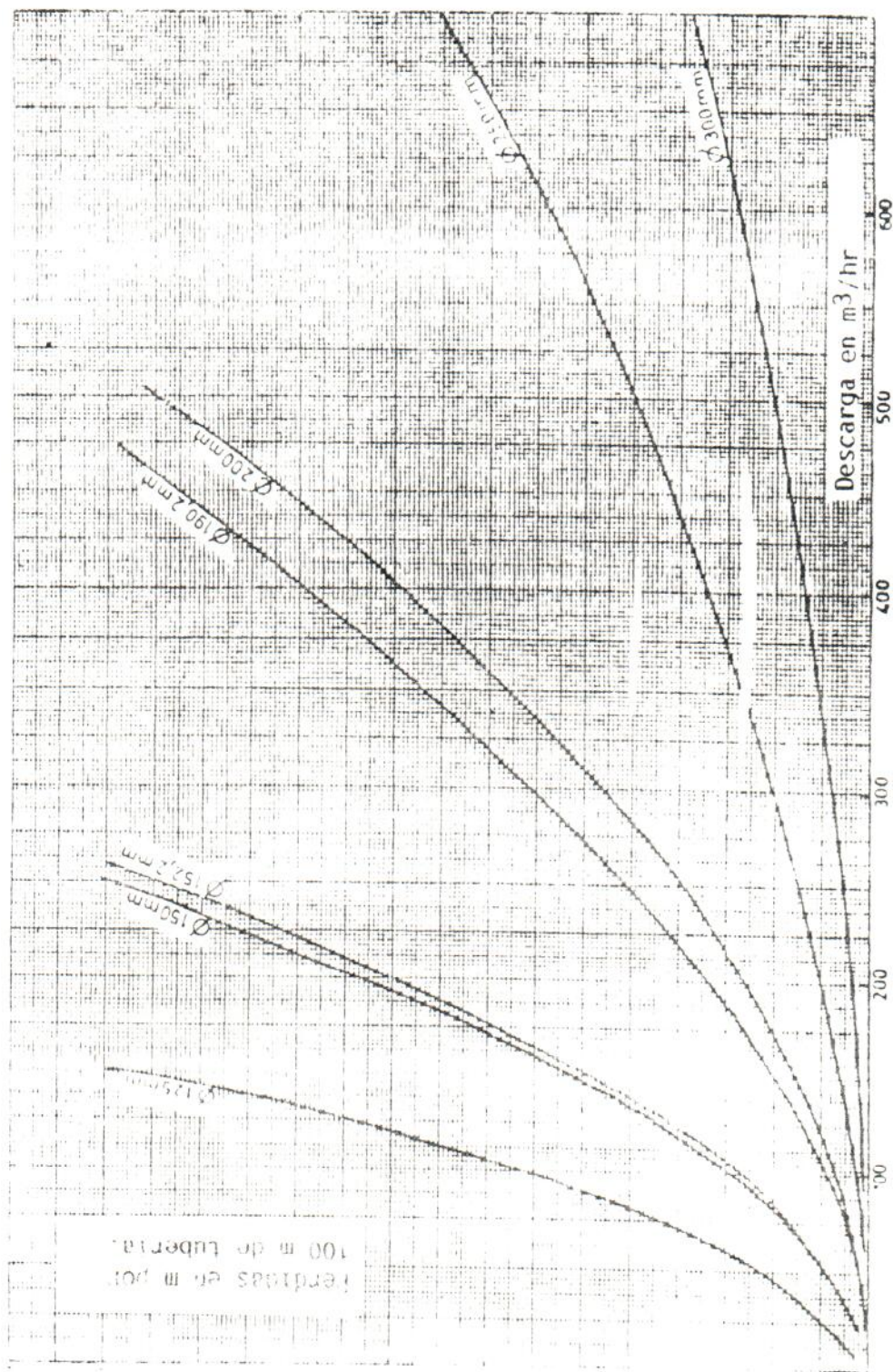
El agla es un problema común bajo condiciones de riego por goteo, sobre todo en sectores de clima árido y caluroso. Su control puede efectuarse aplicando productos clorados, sulfato cúprico o alternando las subunidades para riego nocturno.

ANEXOS

Pérdida de carga en tubería de plástico y asbesto cemento.



Pérdida de carga en tubería de plástico y asbesto cemento.



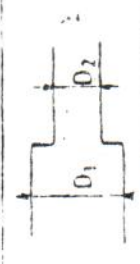
PISTONES PARA 14 METROS POR 100 METROS DE
TUBERIA DE ASPERSION DE ALUMINIO

Gasto l/seg.	Diámetro de tubería en pulgadas							
	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	10"
0.6	.32	.04						
1.25	1.20	.15	.04					
1.90	2.58	.32	.08					
2.5	4.49	.50	.13	.04				
3.1	6.85	.85	.20	.07	.03			
3.7	9.67	1.21	.28	.09	.04			
4.4	12.95	1.67	.38	.12	.05			
5.0	16.70	2.06	.49	.16	.06	.03		
5.5	20.80	2.58	.60	.20	.08	.04		
6.3	25.40	3.18	.74	.24	.10	.05	.03	
7.5		4.91	1.06	.34	.14	.07	.04	
8.7		6.00	1.41	.46	.19	.09	.05	
10.0		7.76	1.82	.59	.24	.11	.06	
11.3		9.67	2.27	.73	.30	.14	.07	
12.5		11.63	2.78	.89	.36	.17	.09	
13.8		14.12	3.21	1.07	.44	.20	.11	
15.0		16.72	3.91	1.27	.52	.24	.13	
16.5		19.42	4.56	1.47	.60	.28	.15	
17.5		22.40	5.26	1.71	.69	.33	.17	
19.0		25.45	5.98	1.93	.79	.37	.19	.07
22.0			8.03	2.59	1.05	.50	.26	.09
25.0			10.36	3.33	1.35	.64	.33	.12
28.3			12.90	4.15	1.69	.80	.41	.14
31.0			15.73	5.07	2.06	.97	.50	.16
35.0			19.12	6.16	2.50	1.13	.62	.19
38.0			22.46	7.24	2.94	1.38	.72	.21
40.0			26.10	8.42	3.41	1.62	.84	.26
44.0				9.98	3.92	1.86	.97	.30
47.0				11.65	4.66	2.11	1.10	.35
50.0				13.32	5.03	2.35	1.24	.39
53.0				15.05	5.66	2.67	1.39	.44
55.0				16.65	6.35	2.92	1.55	.49
59.0					7.02	3.32	1.73	.54
63.0					7.72	3.67	1.90	.60
70.0					9.22	4.37	2.27	.72
75.0					10.83	5.14	2.68	.85
81.0					12.62	5.95	3.10	.99
88.0					14.65	6.90	3.60	1.15
95.0					16.67	7.87	4.07	1.29
100.0						8.09	4.62	1.47


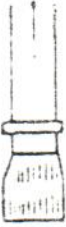

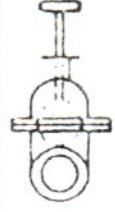
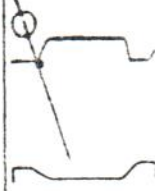
PERDIDAS DE CARGA EN SINGULARES (Continuación)

y z/a	f		g		h												
	Expansión gradual	Contracción gradual	Contracción súbita		D ₂ /D ₁ = 0.95		D ₂ /D ₁ = 0.9		D ₂ /D ₁ = 0.85		D ₂ /D ₁ = 0.8		D ₂ /D ₁ = 0.75		D ₂ /D ₁ = 0.7		
0.20	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.40	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.60	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.80	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1.25	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1.50	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1.75	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
2.00	0.02	0.03	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
2.50	0.04	0.05	0.05	0.05	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
3.00	0.05	0.07	0.07	0.07	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19


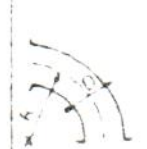
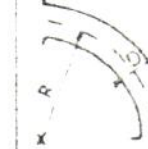



$h = \zeta \frac{v^2}{2g} \text{ (m)}$



PERDIDAS DE CARGA EN SINGULARIDADES

	a	b	c	d	e
	Intrada	Ent. bo- do c/Red	Ent. con malla y val.	Válv.	Válv. de retorno
					
	$\zeta = 1.50$	$\zeta = 1.75$	$\zeta = 3.25$	$\zeta = 0.20$	$\zeta = 1.50$
	$h = \zeta \frac{v^2}{2g} \text{ (m)}$				
v m/s					
0.20	-	-	0.01	-	-
0.40	0.01	0.01	0.03	-	0.01
0.60	0.03	0.03	0.06	-	0.03
0.80	0.05	0.06	0.11	0.01	0.05
1.00	0.08	0.09	0.17	0.01	0.08
1.25	0.12	0.14	0.26	0.02	0.12
1.50	0.17	0.20	0.37	0.02	0.17
1.75	0.23	0.27	0.51	0.03	0.23
2.00	0.31	0.36	0.66	0.04	0.31
2.50	0.48	0.56	1.04	0.06	0.48
3.00	0.69	0.80	1.49	0.09	0.69

PERDIDAS DE CARGAS EN SINGULARIDADES (Continuación)

	l				k	
Codo redondeado y rectangular						
						
	$R = D$	$R = 2 D$	$R = 3 D$	$R = 6 D$	$90.^{\circ}$	$2 \times 45.^{\circ}$
	$\zeta = 0.52$	$\zeta = 0.29$	$\zeta = 0.25$	$\zeta = 0.18$	$\zeta = 1.27$	$\zeta = 0.45$
v m/s	$h = \zeta \frac{v^2}{2g} \text{ (m)}$					
0.20	-	-	-	-	-	-
0.40	-	-	-	-	0.01	-
0.60	0.01	0.01	-	-	0.02	0.01
0.80	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02
1.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02
1.25	0.04	0.02	0.02	0.01	0.10	0.04
1.50	0.06	0.03	0.03	0.02	0.14	0.05
1.75	0.08	0.05	0.04	0.03	0.20	0.07
2.00	0.11	0.06	0.05	0.04	0.26	0.09
2.50	0.16	0.09	0.08	0.06	0.40	0.15
3.00	0.24	0.13	0.11	0.08	0.58	0.21

PERDIDAS DE CARGA EN SINGULARIDADES (Continuación)

Te									
Ent. esquina aguda	Ent. redondeada	No cambio direc. flujo			Cambio en direc. flujo				
		$\frac{Q_D}{Q} = 1.0$	$\frac{Q_D}{Q} = 0.5$	$\frac{Q_D}{Q} = 0.2$	$\frac{Q_A}{Q} = 0.2$	$\frac{Q_A}{Q} = 0.5$	$\frac{Q_A}{Q} = 0.8$	$\frac{Q_A}{Q} = 1.0$	
v m/s	$\zeta = 1.20$ $\zeta = 0.87$	$\zeta = 0$	$\zeta = 0$	$\zeta = 0.21$	$\zeta = 0.87$	$\zeta = 0.90$	$\zeta = 1.04$	$\zeta = 1.27$	
	$h = \zeta \frac{v^2}{2g} \text{ (m)}$								
0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.4	0.01	0.01	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01
0.6	0.02	0.02	-	-	-	0.02	0.02	0.02	0.02
0.8	0.04	0.03	-	-	0.01	0.03	0.03	0.03	0.04
1.0	0.07	0.05	-	-	0.01	0.05	0.05	0.06	0.04
1.25	0.10	0.07	-	-	0.02	0.07	0.07	0.09	0.10
1.50	0.15	0.10	-	-	0.02	0.10	0.10	0.12	0.14
1.75	0.20	0.14	-	-	0.03	0.14	0.14	0.18	0.20
2.00	0.27	0.17	-	-	0.04	0.17	0.18	0.22	0.26
2.50	0.41	0.28	-	-	0.06	0.28	0.29	0.34	0.40
3.00	0.55	0.40	-	-	0.10	0.40	0.41	0.50	0.58

