



Invernadero circular, moderno en su técnica, que aprovecha mejor el terreno y permite obtener frutos y flores con los más altos rendimientos.

No hay duda alguna que en la actualidad se habla mucho del riego por goteo en el marco de la agricultura. ¿Pero en qué consiste específicamente esta técnica?

El riego por goteo radica básicamente en la aplicación lenta y frecuente de agua y fertilizantes químicos al suelo, a través de emisoras o goteros localizados a intervalos a lo largo de líneas de distribución.

Cabe consignar que este método sobrepasa el 90 por ciento de eficiencia de riego en cualquier condición. Desde el punto de vista económico, para agricultores y técnicos, el riego por goteo representa un método por el cual se logran mejores rendimientos y beneficios que por cualquier otro. Esto se deriva fundamentalmente de la manera por la cual se distribuye el agua por el suelo y de la alta frecuencia del riego. Significa que el agua se distribuye sin saturar el espacio poroso del suelo, lo que mantiene una muy buena condición de aireación y absorción de agua y elementos nutritivos para las plantas, aún cuando se esté regando.

Por otra parte, la alta frecuencia de aplicación evita que la planta sufra déficit interno de agua y reduzca por esto su crecimiento.

Los primeros intentos de riego por goteo en Chile datan de 1973 con implementos de tipo casero. En 1975-1976, se aplicó este método de riego en 35 hás. de frutales, utilizando principalmente material nacional. En 1977-1978, comienza la introducción de riego por goteo en forma comercial, con la llegada de equipos y tecnología extranjera, estimándose que están actualmente en operación 150 a 170 hás., 80 por ciento de las cuales se explotan con frutales.

A principios de 1979 se iniciaron las primeras investigaciones de riego por goteo bajo cubierta, especialmente en invernaderos de la zona central-norte. La totalidad de esta superficie correspondía a explotación hortícola.

Con la adopción de este sistema de riego en un invernadero

RIEGO POR GOTEO EN INVERNADEROS

LOS PRIMEROS INTENTOS DE ESTA TÉCNICA DE RIEGO EN CHILE DATAN DESDE EL AÑO 1973. SUS CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS SE DETALLAN EN EL PRESENTE ESTUDIO.



dero modular construido por **Corfo-Sercotec** en Puerto Williams, se iniciaría ahora la introducción de esta técnica de invernaderos para la zona austral de Chile.

CONCEPTOS ELEMENTALES

Veamos ahora algunos conceptos elementales de regadío, donde la cantidad de agua es fundamental. En este aspecto destaca el uso consuntivo o evapotranspiración, que consiste en la cantidad de agua necesaria para la producción de un cultivo. Equivale a la suma del agua transpirada por las hojas de las plantas y la evaporada del suelo.

El uso consuntivo puede expresarse en profundidad de agua por unidad de tiempo, por ejemplo, milímetros por temporada. El uso consuntivo variará según el tipo de plantas, la estación en que ésta se cultiva en las condiciones climáticas existentes en las diversas etapas del desarrollo vegetal. Los valores estacionales del uso consuntivo podrán variar desde una cantidad tan pequeña como 250 mm. para plantas de ciclo corto hasta 1.800 mm. o más para plantas de ciclo largo.

El índice de uso consuntivo, en tanto, determina el volumen de flujo de que se debe disponer para regar el cultivo durante el período de máximo empleo de agua. Este índice puede variar desde 2,2 a 6 mm. por día en ambiente húmedo hasta 6 a 9 mm. por día en ambientes secos.

La lluvia efectiva es la cantidad de agua de lluvia que queda retenida dentro de la zona radicada.

El uso consuntivo del agua aplicada es la cantidad de

agua necesaria, además de la lluvia efectiva, para satisfacer las necesidades de uso consuntivo de las plantas. Esta es la cantidad de agua que tiene que ser suministrada mediante el riego.

Ahora bien, para calcular el volumen total de agua necesaria se multiplica la necesidad de agua estacional por la superficie que se requiere regar. La unidad de volumen más comúnmente empleada es la de metros cúbicos y para efectos de riego se usa generalmente la relación de metros cúbicos por hectáreas.

Los índices de uso consuntivo pueden convertirse en índices equivalentes de caudal de agua por unidad de superficie.

Para estimar el volumen total de agua necesaria para el riego, habrá que tomar en cuenta las pérdidas que normalmente se producen por escurrimiento superficial (agua en exceso que corre por la superficie del suelo sin beneficiar los cultivos); la infiltración profunda (agua que penetra rápidamente a través del perfil del suelo y que se pierde en las capas profundas); fugas de las compuertas; evaporación y transpiración de las hierbas de las acequias.

La velocidad con que el agua penetra en el suelo determina el tiempo durante el cual ha de mantenerse sobre la superficie para que alcance la profundidad conveniente. Las velocidades de infiltración se expresan en profundidades de agua por unidad de tiempo. Las velocidades de infiltración están estrechamente ligadas con el tamaño de los espacios porosos grandes interconectados que hay en el suelo. Las arenas gruesas y los terrenos con partículas bien agregadas, suelen tener muchos poros grandes y por lo tanto mayores velocidades de infiltración que las arcillas o que los suelos cuyos espacios porosos han disminuido con el tiempo, por compactación o descomposición de las partículas más gruesas.

La velocidad de infiltración de cualquier suelo variará con la cantidad de humedad que tenga éste en el momento de regar y con las prácticas de labranzas empleadas antes del riego.

En la materia de los suelos la velocidad de infiltración disminuye durante el riego; suele ser relativamente grande al principio y disminuye gradualmente hasta alcanzar una velocidad casi uniforme. Esta circunstancia, cuando los cambios de velocidad de infiltración son lentos, se suele denominar "velocidad de absorción básica".

Las velocidades de absorción básica para algunos suelos arenosos gruesos pueden alcanzar hasta 25 cm.-hora; francos desde 1 a 10 cm.-horas; y para suelos arcillosos desde 0,1 a 2,5 cm.-hora.

HUMEDAD DEL SUELO

Veamos ahora lo que dice con relación con la humedad del suelo, empezamos por su capacidad de retención de



Riego por goteo en macetas en invernadero.

agua. Esta es la cantidad de líquido que puede ser almacenada para su utilización por las raíces de la planta.

La profundidad a que penetra el agua al regar está relacionada con la cantidad utilizable que puede quedar retenida en el suelo por unidad de profundidad; con la profundidad de enraizamiento de la planta; y con la cantidad de agua del suelo que ha utilizado la planta o se ha evaporado desde la superficie del terreno y necesita ser restituida por el riego.

Las características más importantes de humedad de suelo, para calcular las cantidades de agua que hay en el mismo, comienzan por el llamado suelo saturado, es decir, la cantidad de agua que hay en el suelo en estado de saturación es igual al volumen de espacios porosos.

La cantidad de líquido que queda en un suelo mojado después de determinado el drenaje se denomina "capacidad de campo" o "capacidad de retención" de agua por el suelo.

El punto de marchitamiento permanente corresponde al contenido de humedad en que las partículas de agua que rodean a las partículas del suelo se mantienen tan apretadas, que las raíces que están en contacto con éste no lo pueden extraer con suficiente rapidez para impedir que las hojas se marchiten. Esto es lo que se denomina "Punto de marchitamiento permanente del suelo".

El suelo seco corresponde a un suelo desecado a 110° C, temperatura a la que pierde prácticamente toda humedad.

La humedad del suelo en los límites comprendidos entre saturación y capacidad de campo se suele llamar "agua de gravedad". El movimiento del agua tiene lugar fácilmente dentro de estos límites, descendiendo por la acción de la fuerza gravitacionalmente y por movimiento capilar, en todas las direcciones. El movimiento es de máxima rapidez cerca del punto de saturación, disminuyendo hasta valores muy pequeños a medida que se va llegando a la capacidad de campo.

Los suelos con drenaje alterado, en los que el agua queda retenida en la saturación o cerca de ella, durante o después del riego, presentarán un movimiento lateral rápido del agua, es decir, escurrimiento.

HUMEDAD DEL SUELO FACILMENTE APROVECHABLE

La humedad del suelo comprendida entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente representa los límites de máxima importancia al calcular la cantidad de humedad disponible que el suelo pueda retener. Estos límites se consideran como "humedad del suelo fácilmente aprovechable".

Los suelos cuya estructura no ha sido alterada por compactación o por otras causas que impidan libre difusión del aire, proporcionan, generalmente un suministro adecuado de oxígeno, que necesitan las raíces cuando la humedad del suelo está comprendida dentro de estos límites.

La cantidad de humedad contenida en el suelo se acostumbra expresarla como porcentaje del volumen o del peso seco del suelo. El agua retenida a capacidad de campo está relacionada con la textura del suelo. El porcentaje de marchitamiento permanente guarda también relación con la textura, pero puede ser también afectado por la estructura del suelo, que determina la amplitud en que pueden penetrar las raíces a través de los poros para aprovechar el agua.

Para muchos suelos la cantidad de agua presente cuando se alcanza el porcentaje de marchitamiento permanente es aproximadamente la mitad de la capacidad de campo. Esta relación puede variar para determinados terrenos desde un tercio hasta dos tercios.

NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO

La "eficiencia del riego" puede basarse en la cantidad de agua aplicada al terreno o para el sistema total del riego, incluyendo las pérdidas que se producen en el sistema de distribución.

Aunque la fórmula que se da a conocer a continuación no toma en cuenta la adecuación del riego, puede emplearse para expresar la eficiencia del riego en terreno. Esta no es otra que el agua aplicada-pérdidas en el sistema de distribución dividido por el agua aplicada.

La "eficiencia de aplicación" se expresa como relación porcentual entre el volumen de agua que llega a la zona de las raíces y el volumen total de agua aplicada y ésta es la medida comúnmente usada para la comparación de la eficacia de los diferentes sistemas de riego:

Volumen de agua que llega a la zona de las raíces partido por el volumen de total de agua aplicada y cuyo resultado se da en porcentaje.

La cantidad de agua de riego que hay que entregar a un campo, puede calcularse por la siguiente fórmula: el resultado se expresa en litros por segundo.



Riego por goteo en hortalizas bajo plástico.

PROYECTOS DE RIEGO

Tanto el uso máximo como el consumo de agua en cualquier cultivo son función de muchos factores, entre los que se incluyen el clima, las temporadas de los cultivos, los suelos, la topografía, la dirección y fuerza de los vientos y los procedimientos de riego.

El factor climático de mayor incidencia en el diseño y operación de los sistemas

de riego, es la evaporación. Existe una estrecha relación entre el agua consumida por una planta y la cantidad evaporada por el efecto combinado del viento, radiación, temperatura y humedad relativa, factores que están incidiendo en gran medida en el uso del agua por las plantas.

Calidad del agua. Es éste el factor clave que debe anteceder a cualquier estudio de riego. Es obvio que si el agua resulta de calidad química insatisfactoria, hay que abandonar el proyecto. Así de simple. El análisis químico de líquido debe ser tal, que el agrónomo pueda determinar su adecuación para suelos y cultivos específicos. También debe analizarse el agua para precisar cuál es su posible efecto físico en tuberías y equipos de los sistemas mecánicos de riego.

Abastecimiento de agua. El agua disponible debe ser suficiente no sólo para satisfacer las necesidades de uso consuntivo de las plantas, sino también, para compensar las pérdidas producidas por escorrentía

superficial, infiltración profunda en el terreno y pérdidas en los sistemas de distribución.

Topografía. Los sistemas de riego mecánico como aspersión, goteo y microjet, poseen la ventaja de poder adaptarse perfectamente a condiciones desfavorables de topografía.

Suelos. Las dos características más importantes del suelo al seleccionar, diselar y utilizar los sistemas de riego superficial son la velocidad a que el agua penetrará en el terreno –velocidad de infiltración– y la cantidad de agua que puede quedar retenida en el terreno para su utilización por la planta.

CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA

Al emplear el agua de riego habrá de tenerse en cuenta propiedades de los suelos tales como, condiciones de perfil, salinidad, textura estructura, conductividad capilar y profundidad hasta la capa freática.

Cabe consignar, asimismo, que la distancia de la siembra o plantación; el porcentaje de suelo sembrado y la profundidad de arraigamiento también inciden en la selección del sistema de riego. Por ejemplo, los costos de inversión de los sistemas de riego por goteo y microjet son inversamente proporcionales a las distancias de plantación.

FACTORES A CONSIDERAR

Los principales factores a considerar para la selección de un sistema de riego son los siguientes.

Surcos. Se utilizan preferentemente en el riego de plantaciones frutales y en cultivos escardados –papas, maíz, hortalizas, etc.– y consisten en depresiones del terreno que se preparan con araduras destinadas a este efecto y con pendientes que varían de acuerdo a la textura de los suelos.

Bordes. Radican en: platabandas de ancho y largo variables, separadas por elevaciones de terreno o bordes y orientadas en el sentido de la pendiente, de manera que se logre el escurrimiento del agua cubriendo todas las superficies de las platabandas.

Aspersión. El agua es conducida a presión a través de cañerías de diferentes metales, con perforaciones a espacios regulares, por las que fluye en forma de lluvia, mojando sectores determinados de plantas y terrenos.

Las instalaciones pueden ser del tipo móvil o permanente, dependiendo ésta de la explotación a que se destina el suelo.

En el caso del Microjet y Goteo, el agua también es conducida por cañerías, pero los terminales consisten en artefactos mecánicos que la difunden en espacios circunscritos a las raíces de las plantas (difusores y emisores o goteros).

CARACTERISTICAS Y VENTAJAS

La aplicación de agua al suelo a través de pequeños orificios es lo que se conoce como riego por goteo.

El sistema proporciona agua filtrada y fertilizantes directamente sobre el suelo, al lado de la planta. Elimina al mismo tiempo la aspersión y el agua fluyente sobre la superficie del suelo, permitiendo que el agua liberada a baja presión en el punto de emisión, moje el perfil del suelo en una forma predeterminada.

El agua de riego es transportada a través de una red de cañerías hasta cada planta.

El aparato que emite el agua en el suelo se llama emisor o gotero. Los emisores disipan la presión que existe en la red de cañerías por medio de un orificio de pequeño diámetro o mediante un largo camino de recorrido; de esta forma disminuye la presión del agua y permite descargar solamente unos pocos litros por hora. Después de dejar el emisor, el agua es distribuida gracias a un movimiento normal a través de todo el perfil del terreno. Por lo tanto, el área que puede ser mojada por cada punto emisor, está limitada solamente por las restricciones del movimiento horizontal del líquido en el suelo.

Este mojamiento parcial tiene muchos beneficios y algunos problemas de operación de fácil solución. Las diferencias en potencial del agua del suelo permiten el movimiento del líquido desde el emisor a lo largo del perfil del suelo. En general las raíces de las plantas tienden a concentrarse donde las condiciones de absorción del agua son las mejores. Por ejemplo, donde se encuentra una abundancia de humedad del suelo, con aireación y baja salinidad.

BENEFICIOS DEL SISTEMA

Analicemos por último algunas de las variadas ventajas del sistema.

En primer lugar el riego por goteo ofrece beneficios potenciales en el uso eficiente del agua, en la respuesta de las plantas, en el manejo de los cultivos y en el aspecto agronómico de éstos.

Estos beneficios no son exclusivos de este sistema de regadío, ya que otros pueden producir beneficios adicionales; sin embargo, la combinación de los siguientes beneficios es única para el riego por goteo.

USO EFICIENTE DEL AGUA DE RIEGO

Las pérdidas directas por evaporación son mínimas. No existe movimiento de gotas a través del aire como sucede en el riego por aspersión; no hay mojamiento del follaje de las plantas ni existe evaporación desde la superficie del suelo fuera de la que se moja al lado del goteo o emisor. Además, el riego por goteo inhibe el crecimiento de malezas y por lo tanto el consumo no beneficioso del agua por ellas. También puede lograrse un ahorro considerable de agua, ya que es posible aplicar cargas muy precisas durante cada riego.

RESPUESTAS DE LAS PLANTAS

Las respuestas de las plantas al riego por goteo parece ser un poco superior que el de otros sistemas de riego. Algunas veces se obtienen mayores rendimientos de los cultivos y una mejor calidad y uniformidad del rendimiento. Esto se ha demostrado en muchas instalaciones comerciales y experimentales agrícolas, siendo especialmente valioso en hortalizas y huertos frutales.

FERTILIZANTES

Son distribuidos disueltos en el agua de riego y por lo tanto son aplicados directamente a las raíces de las plantas. Con análisis foliares, se muestra que la dosis de fertilizantes se reduce a la cuarta parte de la dosis anual con riego tradicional.

ENFERMEDADES Y PLAGAS

Al minimizar el humedecimiento de la superficie del suelo y el follaje de las plantas, el riego por goteo reduce el riesgo de ataques de insectos, enfermedades y plagas.

SALINIDAD

Permite el uso de aguas salinas para el riego. En este caso es conveniente utilizar sistemas de regadío por goteo de alta frecuencia para mantener continuamente alto el contenido de agua en el suelo; de esta manera la concentración de sales en el agua del terreno puede mantenerse baja y evitar así daños a las plantas.

MALEZAS

Las zonas regadas por goteo se mantienen prácticamente libres de malezas, las que no prosperan en la superficie

seca del suelo. Las semillas de malezas, que son normalmente transportadas por las aguas de riego, son retenidas en los filtros.

BENEFICIOS AGRONOMICOS

Las actividades de riego por goteo no interfieren seriamente con otro tipo de trabajo agronómico, como los cultivos, pulverizaciones, cosechas y embalaje. Además esta técnica reduce la necesidad de cultivar el suelo ya que hay menos malezas, menos encostramiento y pocos problemas de compactación. También, la posibilidad de que se produzca escurrimiento superficial es mínima, lo que no deja de ser importante ya que permite un control efectivo de la aireación y preserva los drenajes superficiales en un área determinada.



Riego por goteo en cultivo bajo mangas de plástico al aire libre.

BENEFICIOS DE MANEJO

El riego por goteo es igual para cultivos bajo cubierta plástica, porque las líneas de emisores pueden ser colocados bajo las cubiertas. La operación del sistema no es afectada por el viento, lo cual es una ventaja muy importante sobre el sistema de aspersión. Puede ser adaptado a terrenos con pendientes, quebradas o de difícil topografía, con más

facilidad o ventajas que cualquier otro sistema de riego. Requiere, además, presiones relativamente bajas que generan descartar continuas, por lo que su eficiencia de aplicación es generalmente alta. Esto reduce el tamaño de las cañerías y el uso de la energía.

AUMENTO DE PRODUCCION

En lo que constituye acaso una de sus mayores ventajas, el riego por goteo aumenta la producción y calidad de los productos. Se puede estimar en forma prudente un aumento de producción promedio que oscila entre el 25 y 30 por ciento.

Por último, si bien el sistema tiene grandes ventajas implica eso sí algunas precauciones para velar por su buen funcionamiento y que pueden resumirse en evitar la taponadura de los emisores, el exceso de concentración salina y una mala distribución de la humedad en el terreno. ■