

I.-Características de sistema de riego por cinta exudante a baja presión

Descripción sistema: el riego a baja presión mediante cinta exudante es un sistema de riego localizado que funciona mediante la transferencia de agua desde el emisor, cinta exudante, al suelo por capilaridad (capacidad o propiedad de los fluidos que depende de su tensión superficial la cual le permite moverse), esto se realiza a través de miles de poros que posee la cinta exudante que al estar en contacto con el suelo se produce el paso del agua.

El mojado de este sistema es de tipo “laminar” como se muestra en las fotografías de más abajo.

El ancho y profundidad de mojado en el suelo dependerá de la textura, estructura del suelo.



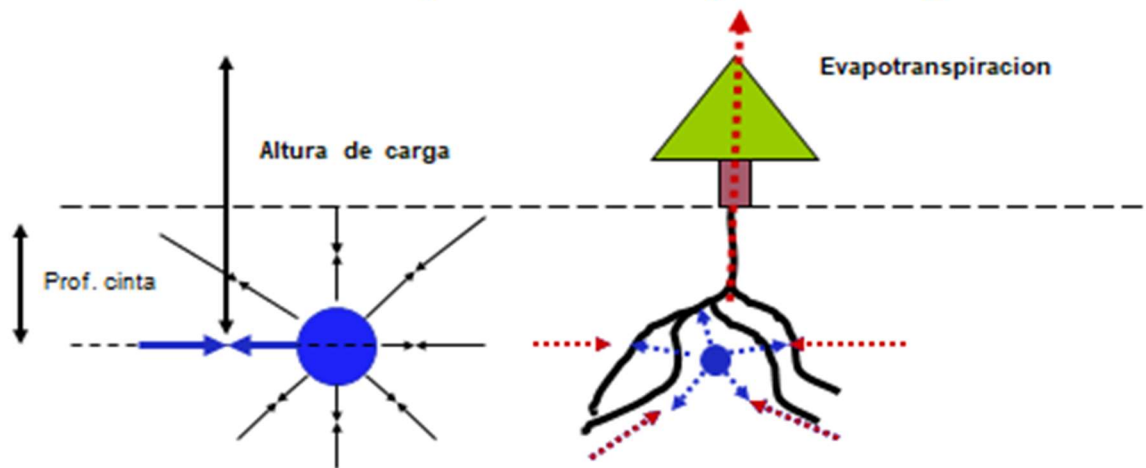


En suelos más arcillosos la tendencia será a mojar más lateralmente que en profundidad, en suelos arenosos más en profundidad que lateralmente.

En cuanto al tapado de la cinta se recomienda una capa de suelo no mayor a 5 centímetros a efecto de protegerla de los rayos solares y no permitir la “invasión” de raíces dentro de la cinta.

Este sistema se le reconoce un carácter de auto regulador de su emisión por cuanto que interactúa, el sistema, entre los potenciales del suelo la carga del sistema (m.c.a.) y la absorción por parte de la planta. El esquema de funcionamiento se muestra en la siguiente figura:

Concepto de autorregulación riego



La humedad del suelo, con sus variaciones de contenido por la extracción del cultivo (.....>) da el caudal de entrada (.....>), estableciéndose la autorregulación.

Dado a que la presión de entrada es siempre menor a la tensión de saturación el suelo no se satura, pudiéndose regular la humedad del suelo mediante los estanques de regulación.

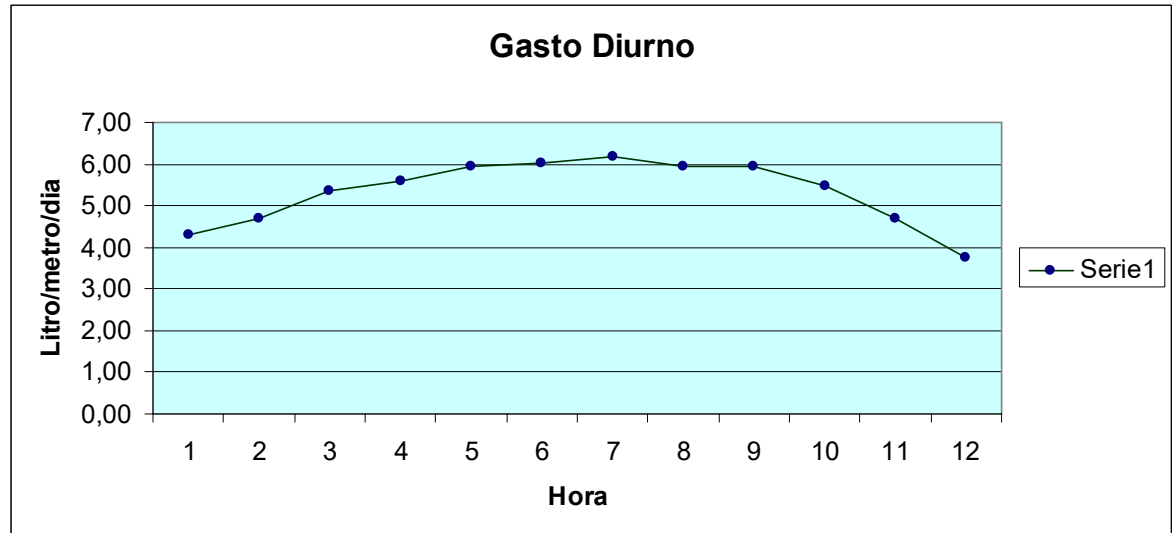
Si bien en la figura la cinta se ubica bajo el área radicular esto se hace para efecto práctico, no recomendándose la cinta una profundidad mayor a los 5 cm.

La figura muestra el concepto de autorregulación: el agua en la cinta sale de la cinta con una cierta tensión que se va equilibrando en la medida que el suelo se humedece, este equilibrio se rompe con la absorción por parte de la planta y se produce un flujo de entrada (cinta-suelo) y uno de salida (suelo-planta), a medida que es mayor la demanda del cultivo la velocidad de entrada al suelo por parte de capilaridad entre cinta-suelo y al revés ocurrirá lo contrario.

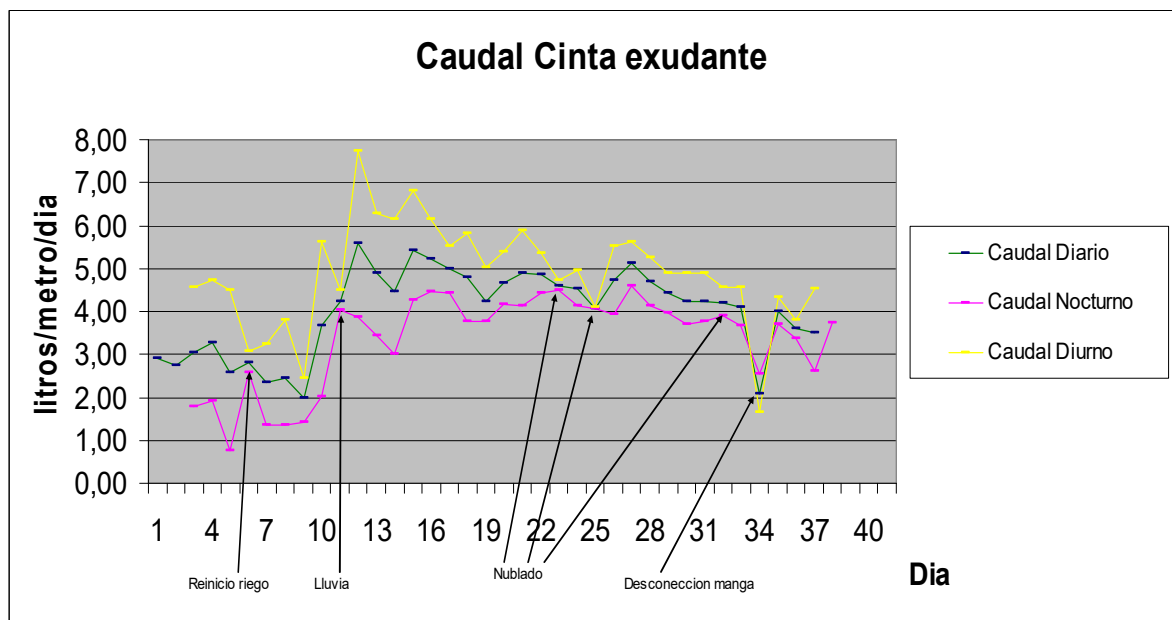
Lo anterior, autorregulación del caudal, permite que el riego se haga en forma continua no existiendo riesgo de saturación del suelo si se trabaja con presiones similares a Capacidad de Campo del suelo.

Mediciones de la auto regulación :

Variación de caudal en el día en cultivo de tomates en las cercanías de Chillan, Enero de 2012.



Variación de caudal entre el día y la noche en cultivo de tomates en las cercanías de Chillan en un periodo de 38 días de riego continuo desde floración a llenado de frutos, Enero de 2012.



Conclusión: el caudal de emisión de la cinta exudante a una presión baja y constante es **variable** por efecto de la evapotranspiración.

El efecto suelo

Lo siguiente a investigar, teniendo en cuenta que a baja presión el caudal se regula según la evapotranspiración del cultivo, fue que ocurre en condiciones cercanas a saturación en un suelo sin cultivo?, el caudal del emisor se detiene dado a que la humedad contenida en el suelo impide la emisión de la cinta exudante?

Para comprobar lo anterior se realizó la siguiente experiencia en el laboratorio de hidráulica de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción que se traduce en el certificado:

Certificado

El presente Ricardo Matta Canga Académico de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción certifica que presencio, a solicitud del Ingeniero Agrónomo Alberto Zaldívar Ovalle en terrenos de la facultad, la siguiente experiencia relacionada con el emisor cinta exudante.

Se semi enterró (6-8 cm) 5 metros de cinta exudante con un caudalímetro en su inicio y se aplicó una altura de carga de 1,95 metros por 24 horas, 2,5 metros por 24 horas y luego 3,5 metros por 6 horas obteniéndose las siguientes mediciones.

Altura de carga m.c.a.	Caudal litros/metro/hora
1,95	0
2,50	0
3,50	0

La explicación del resultado se debe a que el movimiento del agua en el suelo y desde el suelo a la planta es el resultado de diferenciales de potencial o gradiente.

El flujo de masa o masa por unidad de tiempo y área se conoce como ecuación de Darcy, en donde un componente importante es la conductividad hidráulica del suelo, la cual es alta cuando el suelo está saturado con agua y decrece rápidamente en suelos no saturados. La conductividad hidráulica se puede estimar a partir de antecedentes de retención de humedad del suelo.

La conductividad de un suelo no saturado depende del contenido de humedad del suelo y se denomina conductividad capilar. Además, una relación derivada de teoría capilar expresa que la conductividad capilar es función del contenido de humedad.

Similarmemente, la conductividad capilar puede estimarse como función del potencial (o tensión) de entrada del aire para cualquier potencial (o tensión) del agua en el suelo.

No fue posible aumentar la altura para provocar una presión en la cinta mayor al potencial matricial del suelo.

Considerando lo anteriormente expuesto y que el suelo donde se realizó la experiencia estaba entre saturación y capacidad de campo, lo más probable en potencial entrada de aire, no existirían las condiciones para funcionar como suelo saturado (Darcy) ni tampoco con el potencial matricial necesario para extraer agua de la cinta.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ricardo Matta Canga', is written over a horizontal dashed line.

Ricardo Matta Canga
Facultad de Ingeniería y Suelo Universidad de Concepción

Conclusión: con las alturas de carga utilizadas y el tiempo de riego el agua “no entra” al suelo, la emisión se “detiene”

Por una parte se tiene que el emisor “se conecta en caudal” con las plantas (evapotranspiración) y por otra con el suelo hasta ciertas presiones “para” la emisión.

Esas son las bases para hablar de un emisor “inteligente” que se regula por la capacidad de retención de humedad, capilaridad del suelo y la evapotranspiración realizada por las plantas.

La siguiente experiencia muestra la seguridad del autocontrol en el caudal del sistema y que termino por demostrar la interacción entre el emisor, el cultivo y el suelo es la que se presenta a continuación:

Experiencia en Tabaco Sector 3 Esquina de Cato Provincia de Ñuble.

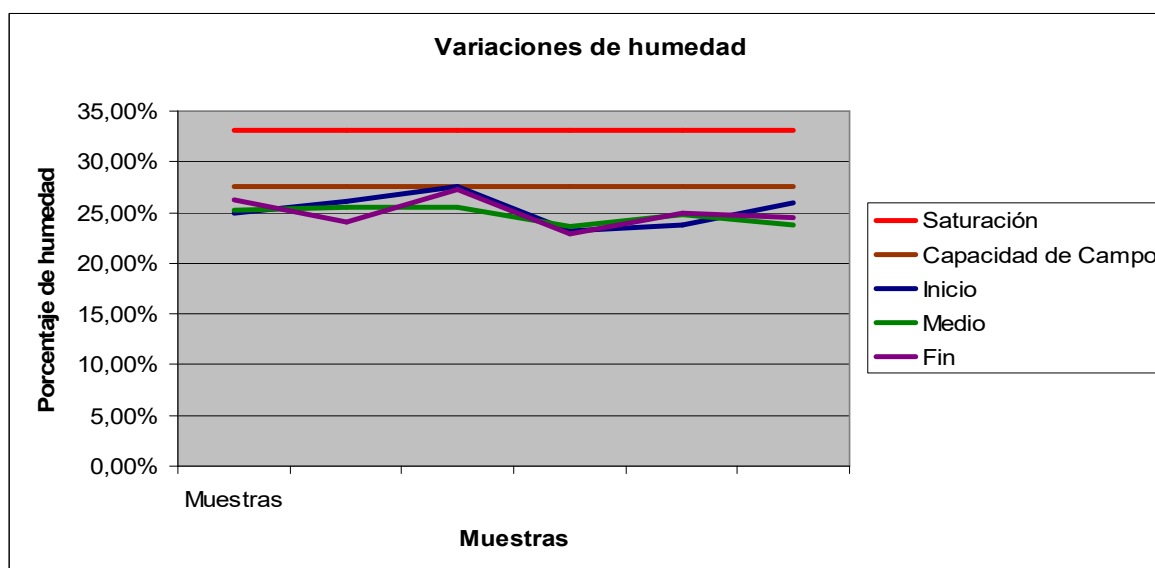
En una hilera de 65 metros de largo se muestreo la humedad en suelo al inicio de la hilera, la mitad y final diferentes etapas del cultivo en un espacio de tiempo de 74 días.

El riego fue continuo. Humedad expresada en % base peso.

Saturación	33,10%
Capacidad de campo	27,54%

Fecha muestra	Inicio	Medio	Fin
26-12-2009	25%	25%	26%
08-01-2010	26%	26%	24%
20-01-2010	28%	26%	27%
22-02-2010	23%	24%	23%
26-02-2010	24%	25%	25%
10-03-2010	26%	24%	24%

Promedio	25,28%	24,76%	24,97%
----------	--------	--------	--------



II.-Consideraciones para la instalación de cinta exudante en cultivos, frutales huertas e invernaderos

A. Reconocimiento del Agua de riego

Verificar la calidad del agua en relación al contenido de sólidos en suspensión, algas, turbiedad y la forma de obtención de esta (gravitacional o subterránea), es de importancia evaluar la calidad del agua puesto a que esto definirá si se requiere tratamiento en la succión o conducción de esta y los controles de mantenimiento del sistema una vez en funcionamiento.

Si el agua es subterránea normalmente no presenta turbiedades y o sólidos en suspensión salvo que sea de pozo zanja que si pueda presentar algas una vez avanzada la temporada. En este caso se requiere tapar la zanja para que no tenga luz (las algas sin luz no prosperan) y o hacer tratamiento de las aguas.

B. Tratamiento del agua:

Tratamiento físico de filtrado: Cuando se requiera en proyectos pequeños se puede utilizar filtro de malla (120 Mesh) o anillas en tamaños de 1" , 1 ¼", 1 ½ " o 2 ". Estos deben instalarse después de la impulsión siendo de limpieza rápida y efectiva, siempre es recomendable tener una malla o anillas de repuesto en caso de obstrucción seria o para instalar en reemplazo mientras se limpia la existente. El filtrado es necesario en los casos que se observen residuos sólidos suspendidos, turbiedad y presencia de algas, siendo el filtro de anillas de mejor efectividad y durabilidad que el de mallas.

Control químico: en combinación con lo anterior se pueden aplicar varios productos químicos a efecto de limpiar las cintas y sistema en general.

Cloro: se utiliza para control de algas y materia orgánica, se aplica en dosis de 10-15 cc por metro cubico de agua debiendo permanecer en el sistema esta solución por lo menos 20 minutos.

Sulfato de cobre: se utiliza principalmente para el control de algas en la fuente de agua (normalmente en zanjas o tranques), dosis de 5 ppm o 5 gramos por metro cubico bien disuelto a principios de temporada (comienzo subida de temperaturas en la primavera), esta aplicación inhibirá el inoculo inicial de algas. Puede repetirse después de 20 dias. Es un producto toxico por lo que no se recomienda su uso reiterado.

Teniendo agua limpias o con necesidad de tratamiento se debe realizar limpiezas en el sistema al menos una vez en la temporada (la cantidad e intensidad de veces dependerá de la efectividad de los controles preventivos).

También es importante de realizar limpiezas químicas y físicas después de fertirregar, con mayor cuidado cuando hay presencia de algas en el agua (las algas utilizan el fertirriego como alimento).

Es importante señalar que las cintas **no se obturan completamente** pero la instalación de algas y o sedimentos en su interior **merman su capacidad de exudar**.

El control con cloro del sistema puede hacerse periódicamente y siempre después de un fertirriego. El control con cloro puede ser constante con pastillas para piscinas y cloro liquido en las dosis descritas. Debe considera una dosis y tiempo de aplicación correcta de cloro líquido y o pastillas sólidas.

Una vez en la temporada al menos deben limpiarse las cintas, hay varias formas de hacerlo dependiendo el grado de obturación existente:

Aguas de pozo: Cuando el agua es de calidad y tiene poca turbiedad y sedimentos lo primero es descolar cada cinta o varias a la vez y observar la turbiedad en el agua saliendo, esta operación termina cuando el agua que sale esta cristalina, puede aumentarse la presión para mejorar la capacidad de arrastre del agua.

Aguas de canal y o tranque: es recomendable además de las cloraciones periódicas realizar la limpieza a cada cinta al finalizar la temporada agrícola.

Si se ha observado que existen residuos adosados o pegados a la cinta (para saber esto es conveniente apretar ambas caras de la cinta entre si y percibir si hay una capa de goma entre ellas), es necesario usar ácido fosfórico para “soltar” estos residuos de las paredes interiores de la cinta. Se debe dejar que actúe el ácido para ello se disuelve 0,5 litro de este ácido (al 40-50 %) por metro cubico de agua y se aplica hasta estimar que todo el sistema tiene la solución dejando reposar el sistema por 24 horas. Luego se descola se aumenta la presión y se observa la salida del agua en cada cinta.

En casos extremos de acumulación de residuos puede mecánicamente apretarse la cinta y caminar en el sentido del agua a efecto de arrastrar los residuos a la salida, se puede utilizar un tubo de PVC con un “tajo” u “ojal” en el cual se hace pasar la cinta y pueda movilizarse en el sentido del escurrimiento del agua pasando ambas caras de la cinta por las paredes del Tubo de PVC, esta “friega” soltara los residuos de las paredes y con el escurrimiento del agua saldrán de la cinta.

Si bien este mecanismo es útil y efectivo requiere de tiempo y trabajo adicional al destapar la cinta y hacerla pasar por el tubo de PVC.

C.- Reconocimiento del terreno

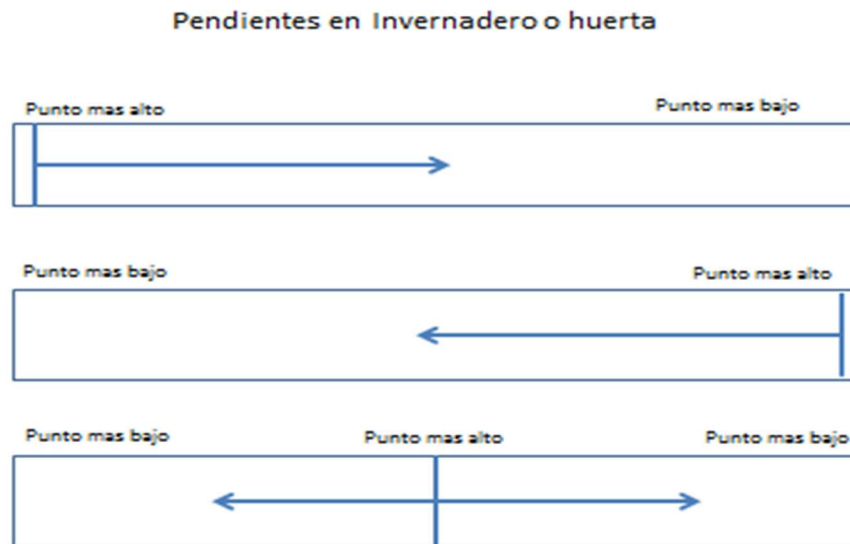
1.- Lo primero es identificar las pendientes y realizar el diseño considerando la fuente de agua, sectores, e instalación de equipos.

Para instalar la cañería alimentadora y el sentido del riego, **SIEMPRE EL AGUA DEBE AVANZAR DE LO ALTO A LO BAJO** (igual que un riego por surcos o botado-tendido), puede que en el trayecto existan “lomos” o micro relieve pero la tendencia debe ser clara.

Para proyectos agrícolas con superficies mayores se debe hacer topografía en el total de la superficie y detallando los sectores donde las pendientes no estén muy claras y donde exista anegamiento de aguas ya sea en verano por el riego y en invierno por lluvias.

Un buen diseño ahorra grandes dificultades.

Para superficies menores (huertas e invernaderos se puede seguir el siguiente esquema:



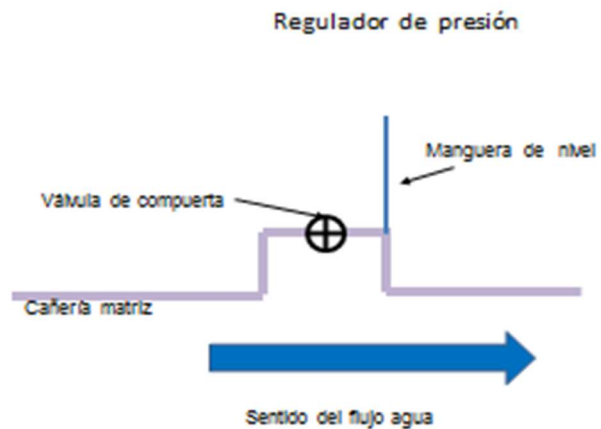
2.-Reconocido el terreno y la o las pendiente(s), se debe tomar una cinta y conectarla a la cañería alimentadora para determinar el ancho de la lámina de mojado, esto hacerlo con una presión no mayor a 0,5 a 1 metro de altura, dejar por 24 a 72 horas conectada y medir el ancho de mojado. Esto determinara cuanta distancia se requerirá entre cinta y cinta o cuantas por cantero.

3.-Conocido el espaciamiento entre cinta y cinta proceder a instalar el total de cintas e iniciar el primer riego. Este primer riego debe iniciarse con baja presión al igual como cuando se probó el ancho de la lámina de mojado. Una vez que todas las cintas se encuentren con agua y llenas comenzar a subir la presión hasta el mojado requerido, este paso puede demorar algunos minutos y o horas.

4.-Se recomienda poner un regulador de presión en cada nave o en un conjunto de naves o sector si son alimentadas por una misma cañería, esto permite regular la presión según lo que se requiera.

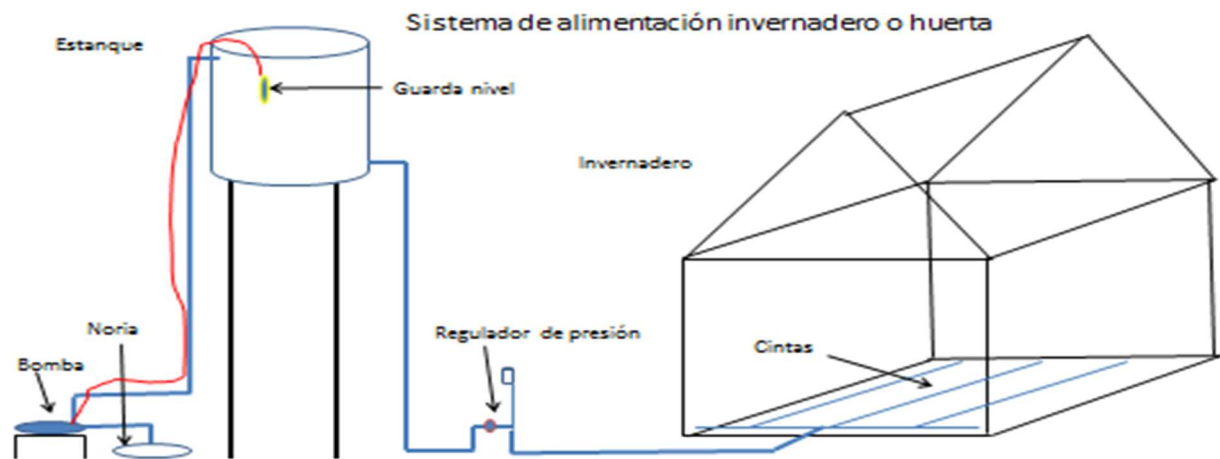
No se recomienda conectar directo a la bomba sin regulador de presión puesto a que la presión directa de la bomba es varios metros más de lo recomendable y la emisión será muy desuniforme.

Un esquema simple de regulador y sistema de alimentación:





Sentido del paso del agua



En la parte superior se encuentra una válvula de aire a efecto que este no haga de “tapón”.

5.-Fertirrigación: los fertilizantes a utilizarse puede realizar esta operación deben ser solubles, para su aplicación (diariamente si se quiere) se puede disolver en el estanque de acumulación si el agua cae por gravedad o puede inyectarse con bomba de espalda en la cañería alimentadora.

6.-Cuidados en la Instalación de cinta exudante.

- Toda instalación de cinta debe considerar que el avance del agua sea a favor de la pendiente, de la misma forma como si se fuera a regar por surco o “botado”.

- Preferentemente debe ir tapada por tierra en unos 3 a 5 centímetros, en caso que no debe estar en contacto con el suelo en toda su extensión. Es recomendable instalar la cinta dentro de un surco para facilitar su tapado o su colocación final.



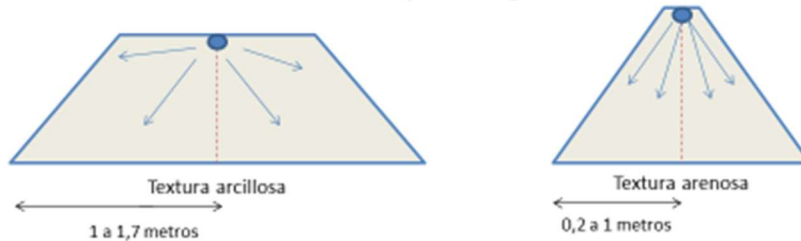
- La cinta no debe quedar suspendida sin contacto con el suelo.
- Para tapar la cinta se la debe hacer funcionar primero para revisar posibles fugas y o defectos , luego debe taparse desde lo bajo hacia lo alto con la cinta turgente y dejarse funcionar durante varias horas para que la cinta se acomode y forme un “túnel” en la tierra.
- Para identificar la distancia entre hilera es recomendable probar una cinta en terreno durante un periodo prolongado (48 a 72 horas) y observar el ancho de la lámina húmeda.
- Espaciamiento entre las cintas: debe siempre probarse con una cinta, por un periodo de 72 horas al menos, la amplitud lateral de mojamiento , esto permite saber a qué distancia debo instalar una cinta de otra. El cuadro más abajo ilustra lo anterior

Espaciamiento entre cintas

Consideraciones:

- Textura del suelo
- Ancho de la entre hilera

Perfil de mojado según textura



Distancia de cintas entre hilera según proyecto/cultivo:

- Espárragos 3,4 mt
- Papas y tomate industrial 1,5 mt
- Frambuesas, arándanos y moras 3 mt
- Invernaderos 1 mt
- Cerezos 4 mt
- Tomate mesa 2,0 mt
- Tabaco 1,15 mt

7.- Fertirrigación.

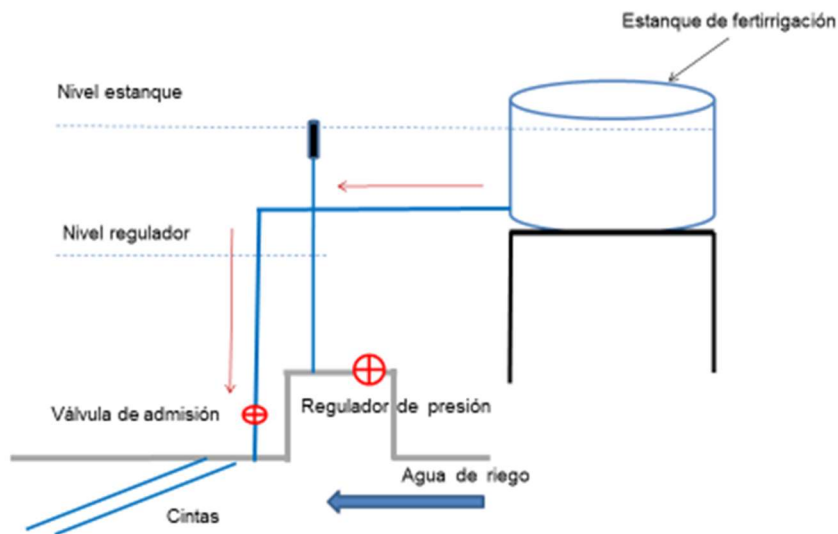
La fertirrigación debe hacerse con fertilizantes solubles, para verificar esto se debe diluir estos en un recipiente previamente y observar su dilución.

En forma práctica es conveniente aplicar los fertilizantes en forma lo más espaciadamente posible a efecto de dar una eficiencia en el aprovechamiento de las plantas de estos.

Para la incorporación de la solución puede utilizarse un dosificador que entregue la solución en el estanque de distribución o puede inyectarse en la red de distribución mediante una bomba de espalda.

Otra forma es poner un estanque por sobre el nivel del regulador de presión y conectar este estanque con la solución de fertilizante a la cañería de distribución. Al estar el nivel del estanque por sobre el nivel del regulador el agua entrara al riego. El siguiente cuadro ilustra lo anterior:

Fertirrigación



D.-Posibles ataques a la cinta:

Con el transcurso de las experiencias han aparecido 2 ataques a la cinta a considerar esto es insectos masticadores y conejos.

El primer ataque, insectos masticadores, ha sido de mayo importancia y se ha dado en suelos no laborados y cercanos a bosques o montes. Han ocurrido una vez que se ha tapado la cinta.

La foto siguiente muestra el tipo de daño, un orificio casi perfecto en la cinta. Consultado con un Entomólogo se señaló que lo más probable sean "Grillos Negros".

La segunda foto muestra el daño por conejos donde el daño a la cinta que es de mayor tamaño pero mucho menos recurrente.

Por ultimo en almacenamiento-bodega se han observado ataques de roedores pero no en terreno.



Control:

Para el caso de insectos masticadores aplicar insecticida de contacto previamente a tapar la cinta, esto alejara a los masticadores de la cinta. Si ya se tapó la cinta aplicarlo por el riego en pulsos cortos y de alta concentración del producto a efecto de mojar el perímetro de la cinta.

Para el caso de conejos se recomienda su caza mediante trampas o caza, no es recomendable el envenenamiento dado a que estos pueden consumirse entre los trabajadores del predio.

Cualquier duda revisar www.agroriegoeirl.cl o escribir a albertozaaldivarovalle@gmail.com, llamar/WhatsApp +56 991285235, Skype alberto.zaaldivar.ovalle