



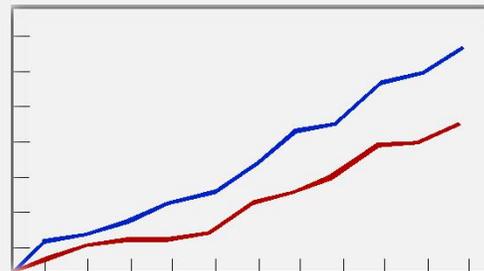
Los Sistemas de Riego: reglas básicas para su mejor operación

Waldo Ojeda Bustamante

Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación (COMEII)

riego.mx

2 de diciembre de 2019



22 reglas básicas

1. Conozca el objeto del riego
2. Conozca las funciones de un sistema de riego
3. Realice un buen diseño del sistema
4. Instale de acuerdo al diseño
5. Conozca los componentes del sistema y la función de cada uno de ellos
6. En especial conozca las características de sus emisores
7. Conozca las variables del riego del cultivo
8. Conozca la capacidad de almacenamiento del medio de cultivo
9. Esté preparado para la época crítica
10. Defina un método de programación del riego



22 reglas básicas

continuación



11. Conozca la calidad de su agua de riego
12. Planifique el antes, durante y después del riego
13. Analice su agua de entrada y salida
14. Evalúe la uniformidad del riego
15. Revise frecuentemente la red de distribución
16. Lave su red
17. Reglas practicas de fertirriego
18. Lleve registros del manejo del sistema
19. Analice sus datos
20. Conozca sus costos energéticos
21. Observe su cultivo
22. Pregunte y busque apoyo





Regla 1

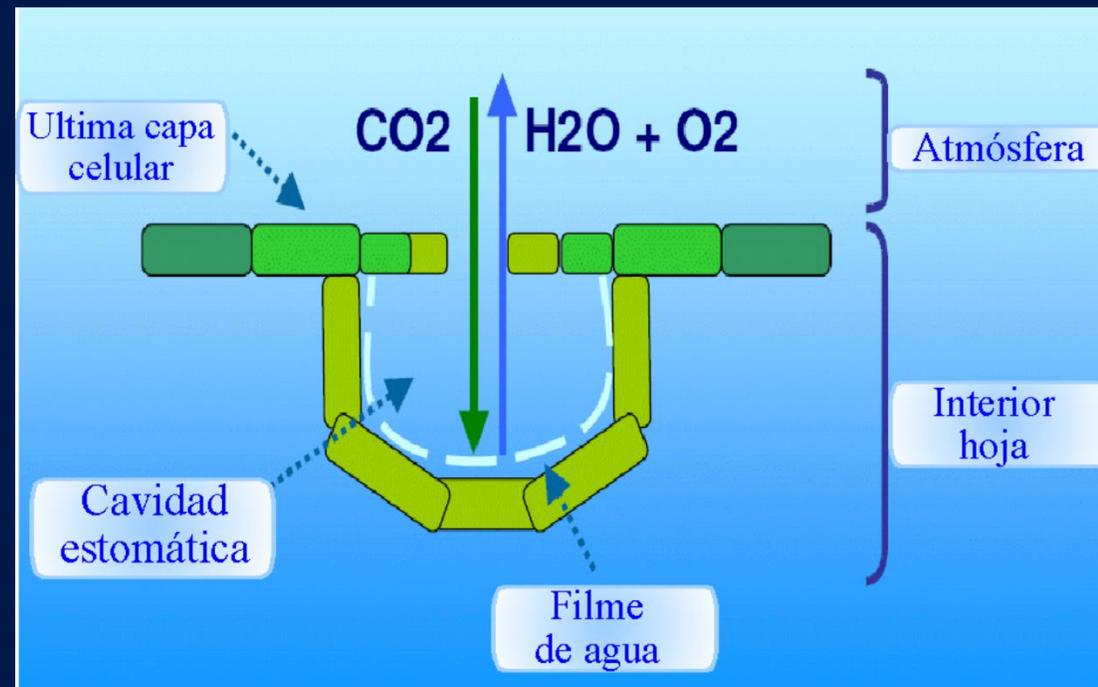
Conozca el objetivo del riego

- **El agua aplicada se usa para reponer el agua transpirada por los cultivos que permite:**
 - Activar absorción nutrientes
 - Disolver y mover sales fuera del alcance de la raíces
 - Sirve para mantener los cultivos frescos
- **Recuerde que los órganos de las plantas son en su mayor parte agua**
 - Un jitomate es en su mayor parte agua con saborizantes y colorantes



- Los estomas son dos poros o aberturas regulables del tejido epidérmico de una planta.

Por los estomas se absorbe CO_2 y O_2 y se pierde también el agua absorbida por las raíces en forma de vapor de agua





Regla 2

Conozca las funciones de un sistema de riego

- Para transportar el agua de la fuente a la zona de raíces con oportunidad y plenitud evitando el estrés hídrico del cultivo al menor costo posible de un bien cada vez mas escaso pero indispensable. El riego tiene la siguientes tres funciones principales:
 - Para aplicar agua a la zona radical
 - Para aplicar fertilizantes solubles
 - Para lavado de sales

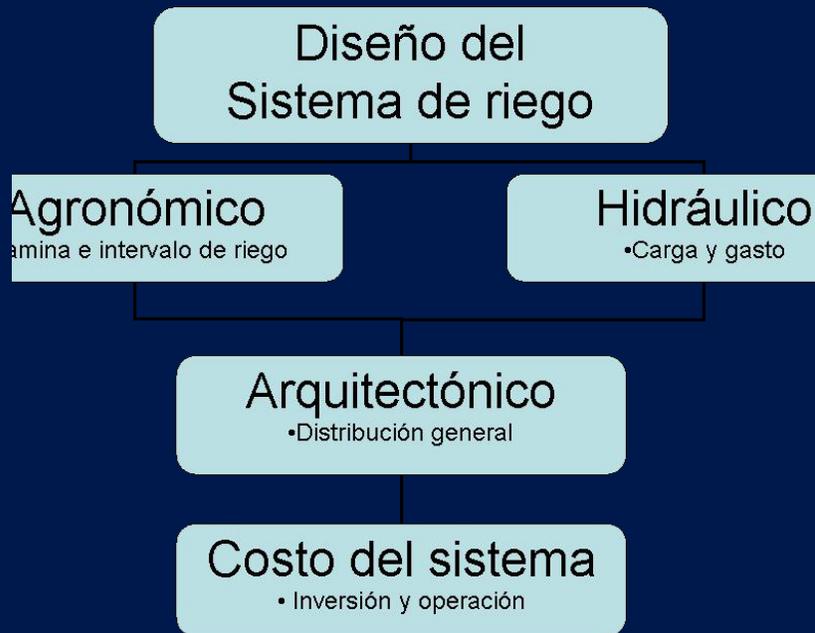




3

Realice un buen diseño del sistema invierta antes, disfrute después

- Contrate a un buen técnico o empresa diseñadora no a un plomero.
- No hay un diseño perfecto pero si uno optimo para la información y recursos disponibles.



Un buen diseño del sistema debe:

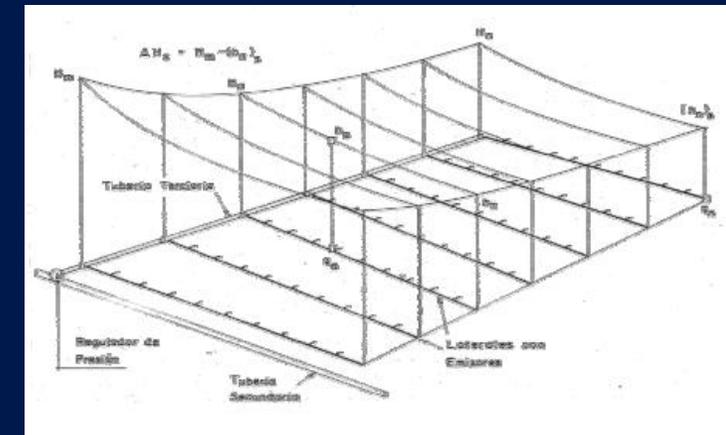
- Analizar diversas alternativas y escenario de operación y mantenimiento
- Considerar las condiciones agronómicas del cultivo y suelo
- Considerar los diversos productos, materiales y equipos disponibles en el mercado
- Dimensionar la red de distribución en forma optima
- Optimizar costos de instalación, operación, mantenimiento y energía
- Mejorar la uniformidad del riego en términos de gasto
- Suministrar el gasto en la demanda máxima de los cultivos
- Considerar la calidad del agua a través de un plan de mantenimiento y lavado
- Acoplar la intensidad de aplicación con la infiltración del suelo
- Integrar puntos de medición y control para un mejor monitoreo del sistema
- Analizar periodos de descanso o para reparación



4

Regla 4 Instale de acuerdo al diseño

- Un buen diseño considerar principalmente la topografía y características de la parcela, cultivo, clima, fuente de abastecimiento de agua y energía, motivo por el cual, cada sistema es único.
- No elimine piezas, cada una de ellas tiene una función que cumplir
- No cambie el tipo y espaciamiento de emisores
- No cambie la configuración establecida para la red de distribución: longitud, diámetro, localización



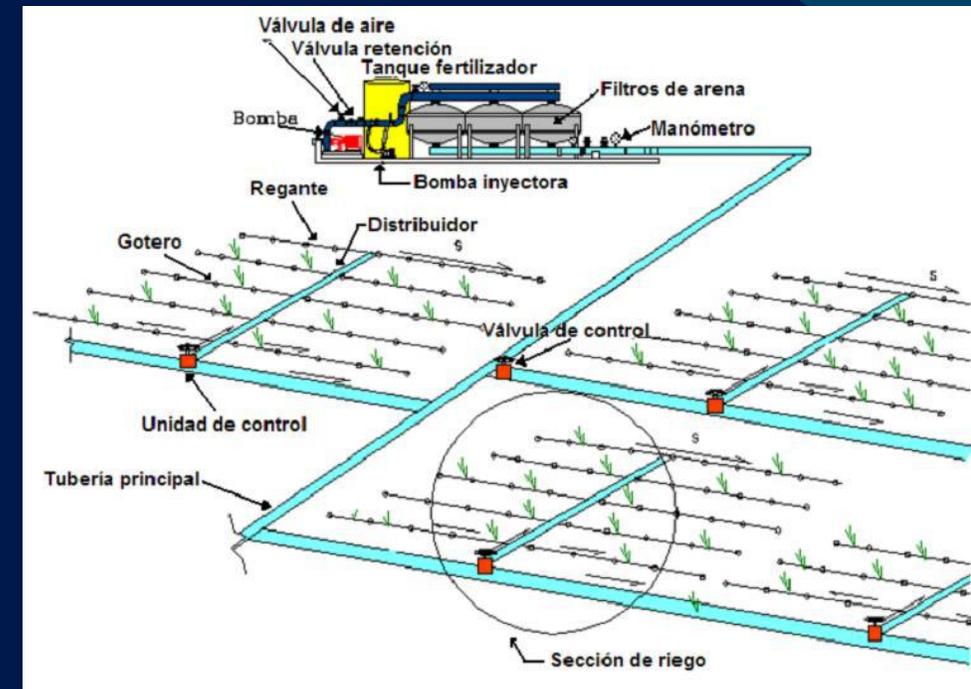


Regla 5

Conozca los componentes del sistema y la función de cada uno de ellos



- ❑ Fuente de abastecimiento
- ❑ Unidad de filtrado
- ❑ Unidad de control, monitoreo y automatización
- ❑ Unidad de bombeo
- ❑ Unidad de inyección de agroquímicos
- ❑ Red de distribución
- ❑ Emisores



Cada componente tiene una función específica.

Funciones de trabajo

Fuente de abastecimiento



Lavado

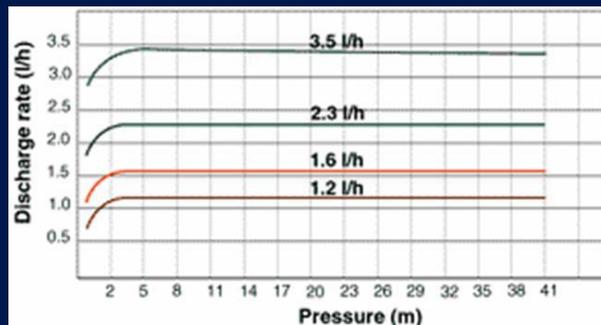




En especial conozca las características de sus emisores

El emisor es el punto de partida para el calculo de la carga y gasto total del sistema, por eso:

- Conozca los rangos de presión donde los goteros son compensantes
- Los emisores mantienen sus propiedades con el tiempo?
 - Estabilidad presión–gasto con el tiempo
- Son sensibles a obstrucciones y variaciones en temperatura?





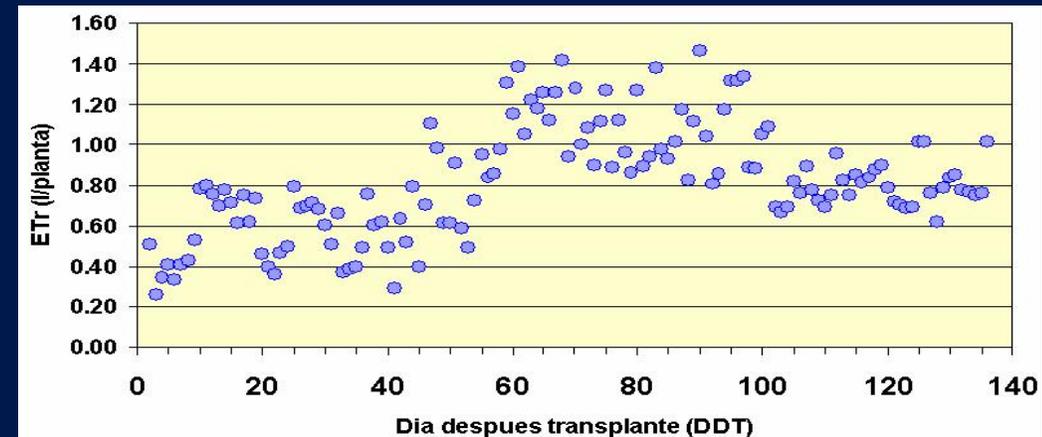
Conozca las variables asociadas a la demanda de riego del cultivo



- Cuanta agua diaria se requiere (riego, pared húmeda, nebulizadores)
 - Consumo 4 lt/min por 10m² de pared húmeda
- Ciclo y fases del cultivo (duración y sensibilidad hídrica)
- Los cultivos pueden consumir agua de noche en ambientes calientes (calefacción)
- Ejemplo para tomate

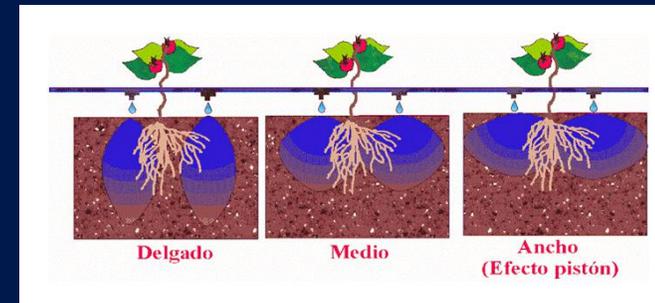
1.4 l/pl (consumo pico)

>4 pl/m² (densidad)



Factores implicados en las necesidades de riego del cultivo

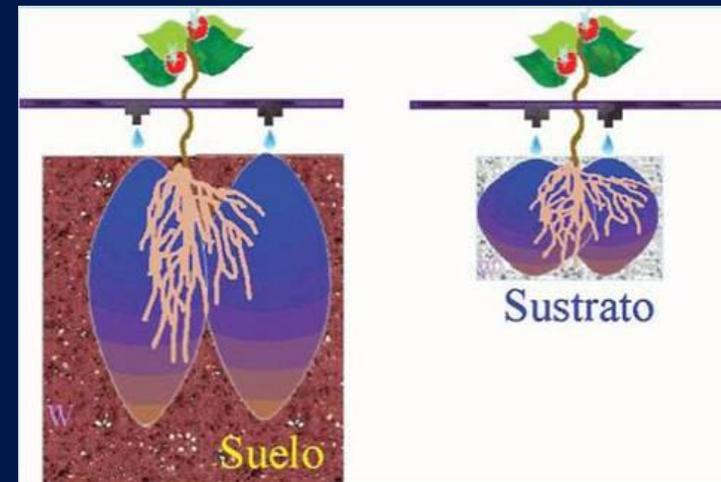
- **Clima**
 - E_{Tr} , Temp, HR, VV, R_s
- **Cultivo**
 - Fecha de siembra, marco de plantación, profundidad de raíces, cobertura vegetal
- **Culturales**
 - Día de descanso, mantenimiento, servicio de riego
- **Fuente**
 - Iones solubles, CE, pH, Carbonatos y bicarbonatos, distancia
- **Sustrato**
 - porosidad, CIC, HA, pH, CE





Conozca la capacidad de almacenamiento del medio o sustrato del cultivo

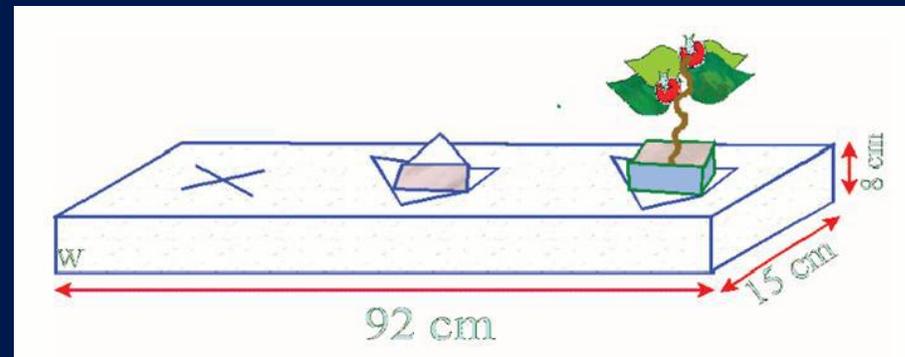
- A mayor volumen de exploración de raíces mayor es la capacidad de almacenamiento y la frecuencia del riego es baja
- El volumen de exploración de la raíz en el suelo es del orden 300-400 litros con una humedad aprovechable de 60-90 litros por planta.





Conozca la capacidad de almacenamiento del medio de cultivo

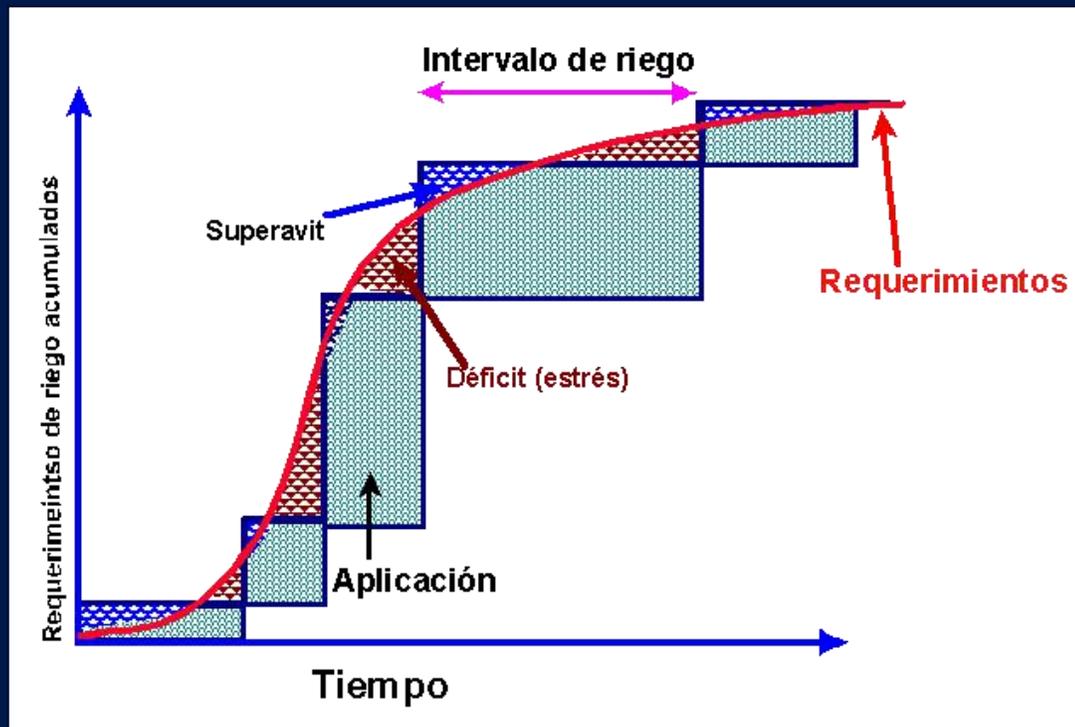
- En un sustrato en contenedores el volumen de exploración es mucho menor ya que se encuentra reducido
- **Ejemplo.** Volumen de exploración de 4 litros por planta para lana de roca, con un volumen aprovechable de 2.5 a 3.2 litros por planta.



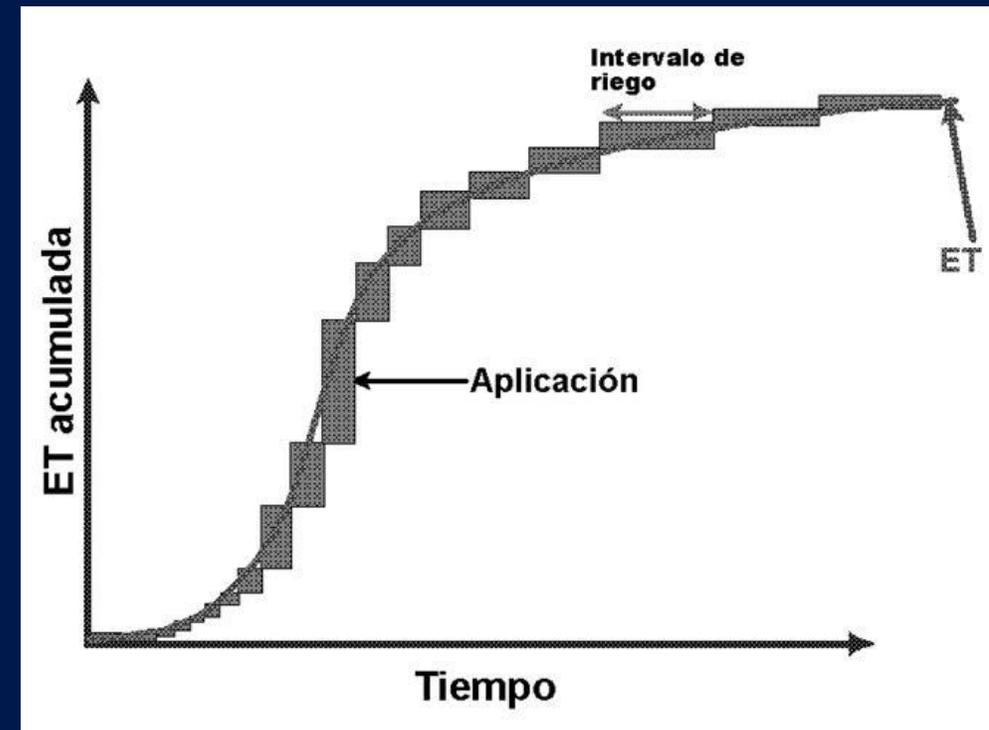
Alta vs baja frecuencia

Al aumentar la frecuencia del riego, mejor es el acoplamiento de la demanda con la aplicación del riego

Baja frecuencia



Alta frecuencia





Esté preparado para la época crítica, analizando las siguientes preguntas:



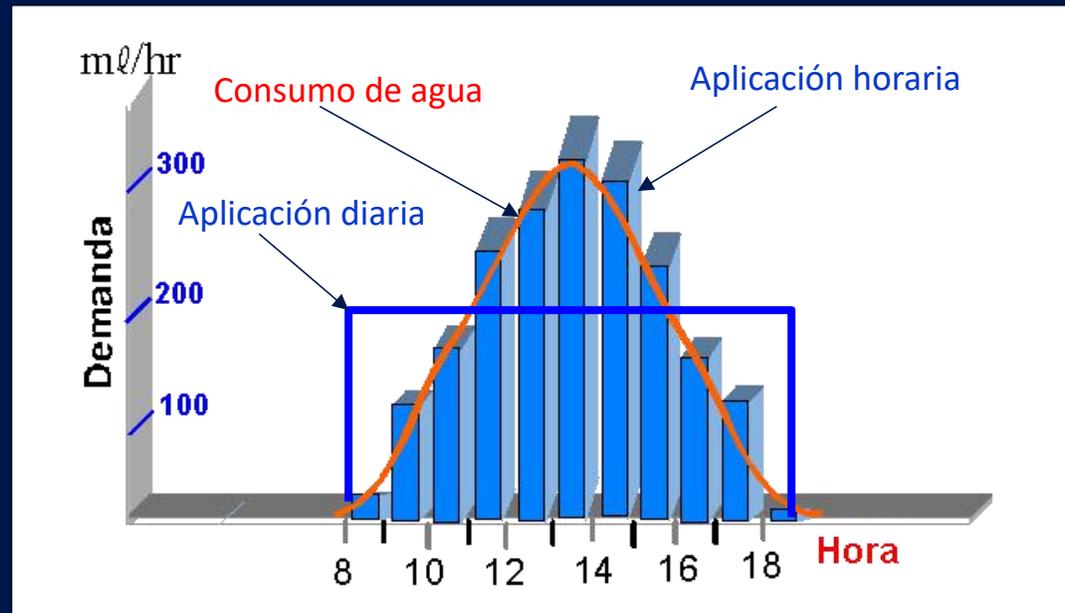
- ¿Es posible suministrar la demanda pico?
- ¿ Está preparado para irregularidades en el suministro de agua y/o malfuncionamiento de las bombas?
- ¿ Que sucede cuando el suministro esperado de agua no llega a tiempo, en cantidad, intensidad o calidad? 



Defina un método de programación del riego:



- En función del sustrato (porosidad y volumen), cultivo, método de riego
 - Método: Intervalo variable con volumen constante
- Recuerde **“Ni mucho que queme al santo ni tampoco que no lo alumbre”**



Ejemplo de aplicación del riego en un invernadero con sustrato

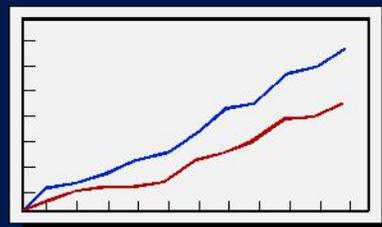
Etapas de la calendarización del riego



Quando-Cuanto

Monitoreo

Evaluación

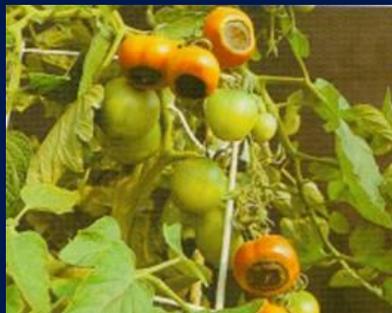




Evalúe el riego aplicado

Una mala programación puede generar:

- Condiciones ambientales dañinas (HR,T)
- Sobreuso (equipo, insumos, MO)
- Contaminación ambiental
- Afectar la cantidad y calidad del producto a cosechar
- Daños a la planta (decoloración, quemadura, agrietamiento, deformación, caída de hojas,..)



11 Conozca la calidad de su agua de riego

- Anticipe el comportamiento del sistema conociendo la calidad de su agua de riego
- Analice en taponamiento potencial por:
 - Sólidos en suspensión
 - Formación potencial de precipitados
 - Presencia de organismos
- Cada vez se usa con mas frecuencia agua de baja calidad, por lo que sus posibles efectos deben ser analizados



Planifique

el antes, durante y después del riego



- Antes

- Tipo de cultivo, superficie a cultivar, mercado, necesidades de riego

- Durante

- Programe su riego y fertirriego
- Adáptelo a los cambios del clima y fenología.

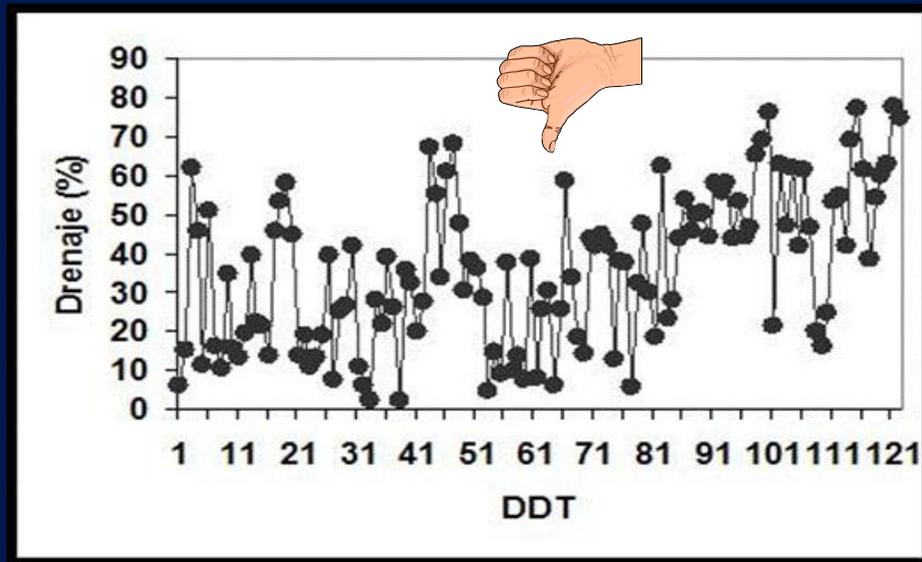
- Después

- Evalúe y corrija mejor el siguiente riego
- El sistema de riego debe quedar en condiciones optimas para el siguiente riego.



Analice su agua de entrada y salida

- Mida y analice (aplicada y drenada)
 - pH
 - Conductividad eléctrica
 - Porcentaje drenado



Si puede, monitoreé su drenaje

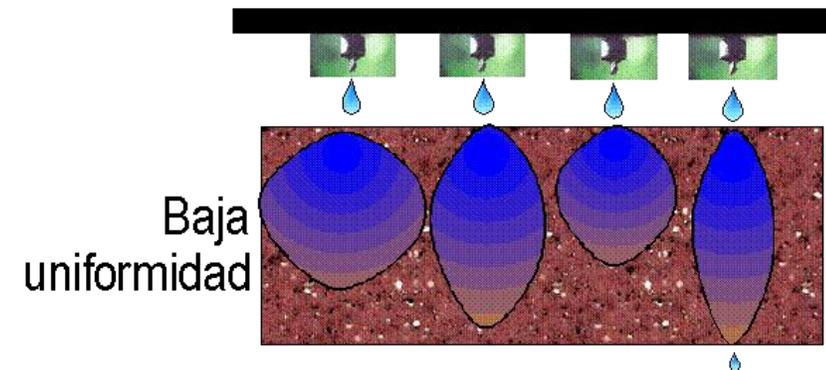
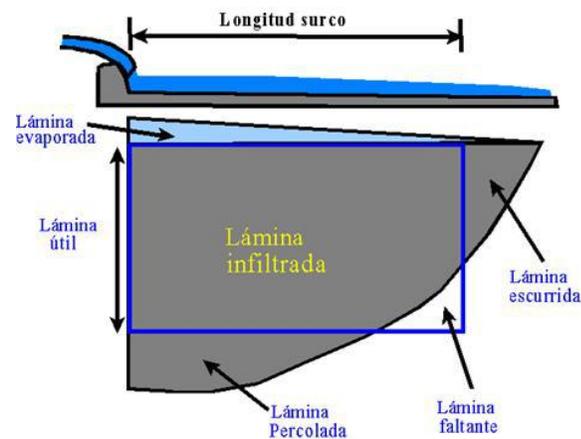
- El drenaje dice mas que mil palabras
- El agua drenada es mas salina que la aplicada (concentración de sales)
- Las conductividades eléctricas de las soluciones (entrante y saliente) no deben variar en más de 1 mmhos/cm, que es equivalente a 1 dS/m.





Evalúe la uniformidad del riego

- El sobreriego es costoso y puede conducir a contaminación del medio ambiente.
- El subriego puede limitar el control de plagas y a una deficiencia nutricional de los cultivos.





Revise frecuentemente la red de distribución

- Taponamientos
- Fugas
- Deterioro irregular
- Mordeduras, pinchazos
- Acumulación de sales,...



Lave su red



Lavado mecánico:

- Lave su red de distribución regularmente

Lavado químico:

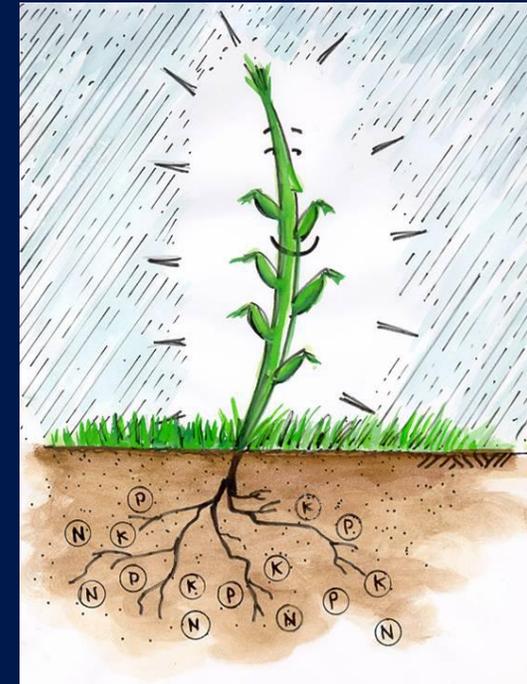
- Cloro como oxidante y biocida
- Precipitados de Carbonato cálcico
- Precipitados de Fe, Mn, y S

Revise su sistema de filtrado

- Por problemas en el sistema de bombeo, en la tubería, o en el sistema de filtrado, las presiones pueden aun bajar o variar mas a niveles no permisibles, afectando la variación en el gasto de los goteros, y en consecuencia también la uniformidad del riego.
- La clave del éxito para una buena uniformidad y duración de un sistema de riego presurizado es el lavado frecuente del sistema de filtrado.
- Un sistema de filtrado solamente retiene sólidos en suspensión.
- Existe una regla practica que cuando la variación de la presión, antes y después del filtro, sea mayor de 0.5 kg/cm^2 (mayor a 5 m de columna de agua), es el momento del lavado del filtro.

Reglas practicas de fertirriego

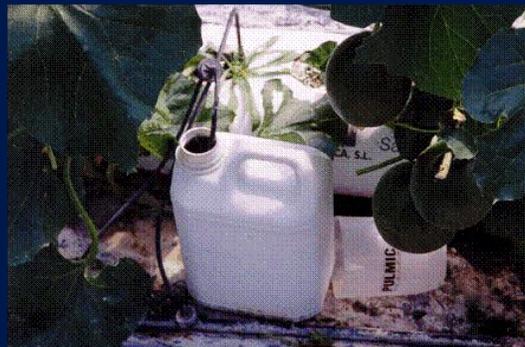
- La tasa de inyección de fertilizante debe ser menor a la del riego (del orden de 1:1,000 en gasto).
- Defina su ciclo de fertilización, aplicando solo agua al inicio y al final del riego.
- Errores en la aplicación de fertilizantes pueden ser catastróficas.
- La aplicación de fertilizantes no debe depender de variaciones en las presiones y caudales del sistema.



18

Lleve registros del manejo del sistema

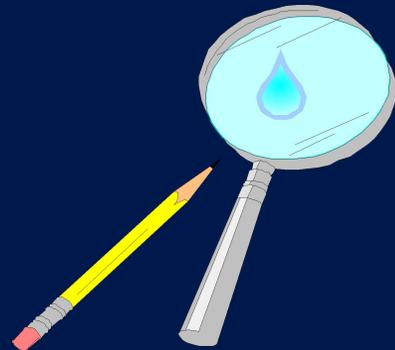
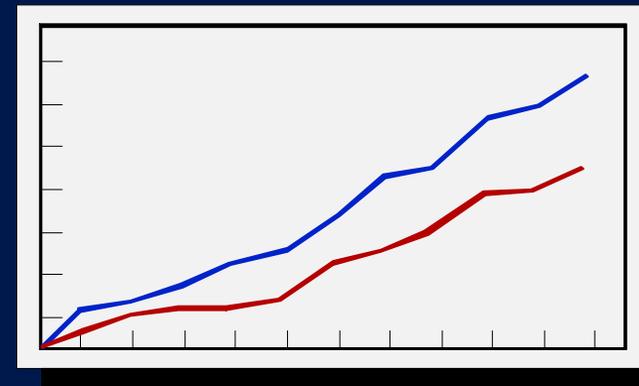
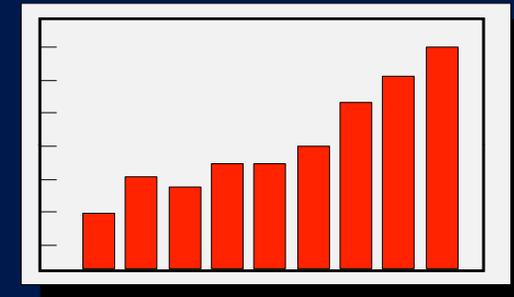
- No confíe en su memoria, documente la operación y mantenimiento de su sistema de riego.
- Registre, documente, mida, anote, apunte, escriba.
- Conozca cuanta agua realmente aplicó (contenedores de control).





Analice sus datos

- Detecte datos anómalos que indiquen un mal riego.
- Calcule cuanta agua total aplicó, promedio diario, por ciclo, mes, semana.
- Calcule fertilizantes aplicados y drenaje diario.





Conozca sus costos energéticos



- No puede optimizar lo que no conoce.
- Conozca o estime su consumo de energía para riego, nebulización, enfriamiento, calefacción.
- **Datos de entrada**
 - Gasto de entrada
 - Carga dinámica total
 - Eficiencia de la bomba
 - Consumo energético específico (KWH/lit)
 - Horas de operación
 - Volumen bombeado
- **Datos de salida**
 - Energía consumida por unidad de volumen bombeado (KWH/1000 m³)
 - Costo de energía por unidad de volumen bombeado \$/1000 m³)
 - Energía anual usada (KWH)
 - Costo de la energía anual

21

Observe su cultivo

- Recuerde que lo mas importante no es el sistema de riego, es el cultivo





Pregunte y busque apoyo. La regla mas importante.

- Si tiene dudas pregunte, investigue, documéntese, visite parcelas, asista a seminarios, lea...
- Esta regla vale por todas





Muchas gracias

Waldo Ojeda Bustamante

Presidente

Colegio Mexicano de Ingenieros en
Irrigación (COMEII)

cursos.comeii@gmail.com

w.ojeda@riego.mx

Consulta el portal del COMEII y sus redes sociales:

www.comeii.com y www.riego.mx



Para citar esta presentación:

Ojeda Bustamante Waldo. 2019. Los Sistemas de Riego: reglas básicas para su mejor operación. Serie de Seminarios Virtuales 2019. Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación (COMEII). México. 37 pp.

