



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



LONGITUD MÁXIMA PERMISIBLE DE CINTILLAS DE RIEGO

Miguel Servin Palestina; Orlando Ramírez Valle; Arturo Reyes González;
José Ángel Cid Ríos

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Fecha de presentación: 05 de octubre 2023



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



CONTENIDO

- INTRODUCCIÓN
- OBJETIVO
- MATERIALES Y MÉTODOS
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES

INTRODUCCIÓN

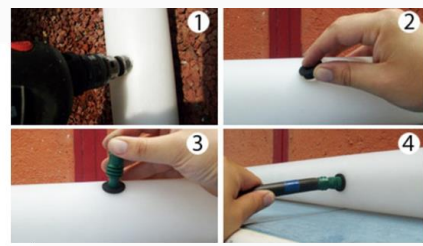
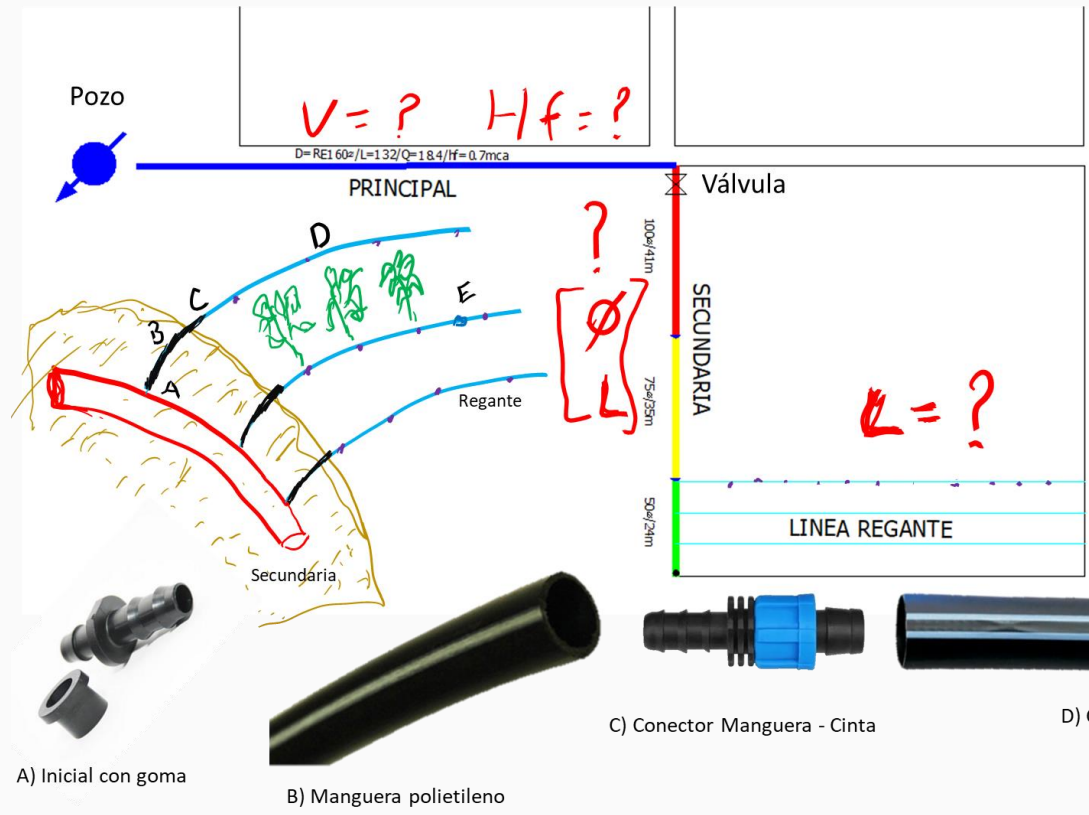
Selección de sistema de riego

Cultivo
 Terreno (Textura, Pendiente, etc.)

Parámetros hidráulicos

- 1) Calibre
- 2) Espaciamiento entre emisores
- 3) Gasto del emisor
- 4) Diámetro interno

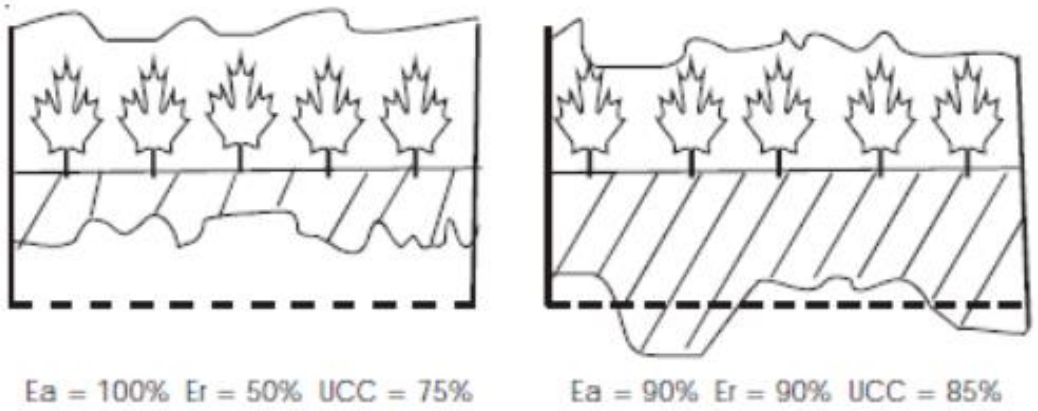
Sistema de riego por goteo con cintilla



E) Conector Cinta - Cinta

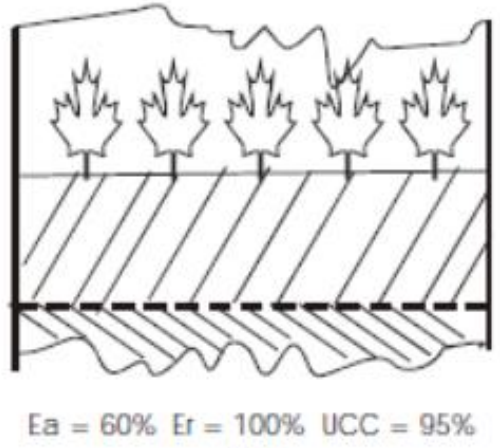
INTRODUCCIÓN

Coeficiente de uniformidad y su relación con las eficiencias

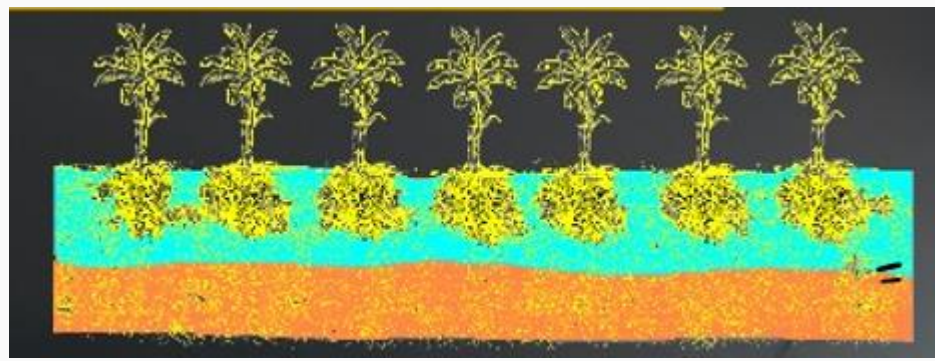


(A)

(B)



(C)



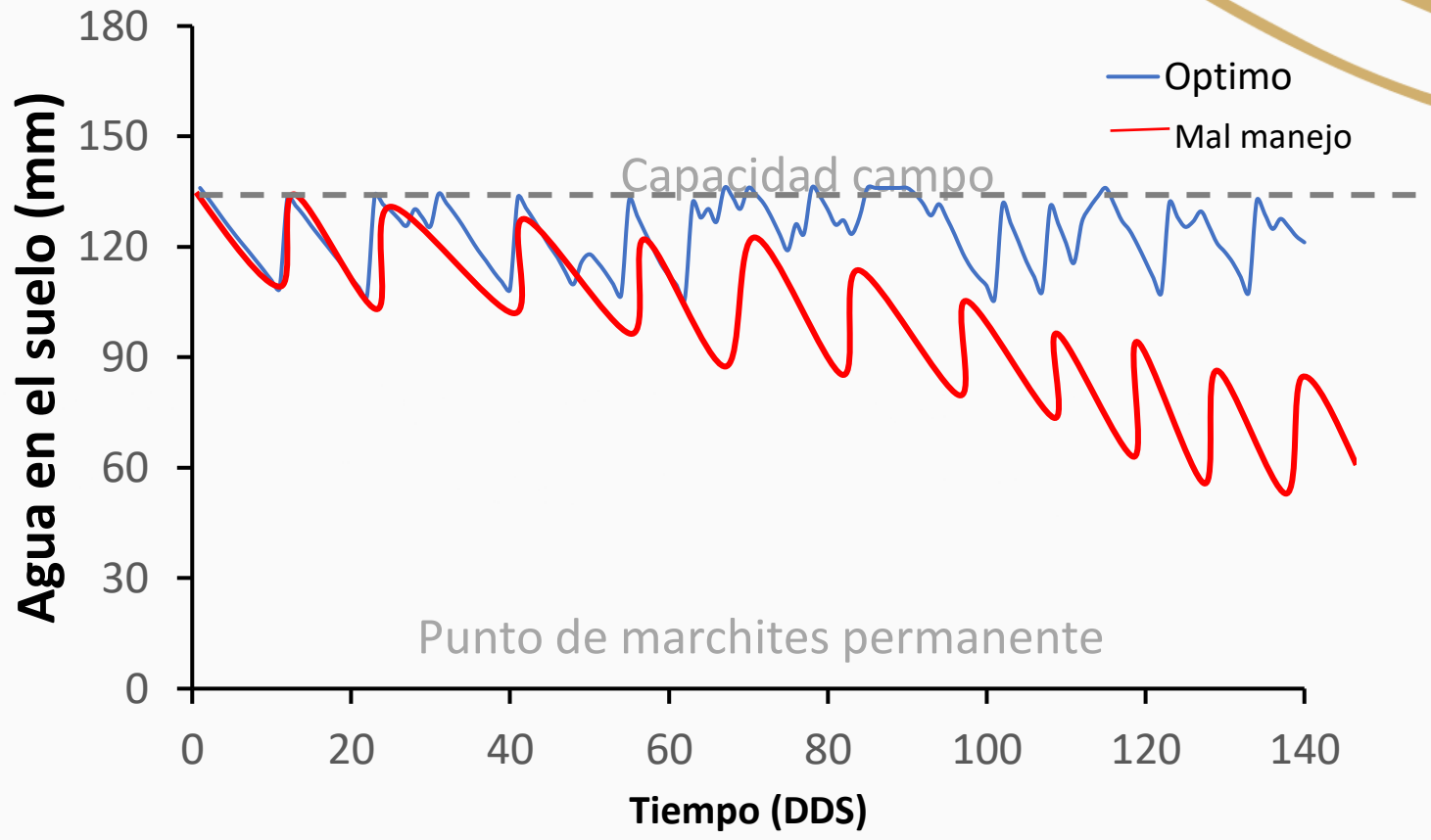
$$\frac{Q_f}{Q_i} = 0.9$$

INTRODUCCIÓN

$$\text{Tiempo riego} = \frac{\text{Demanda (Cultivo)}}{\text{Oferta (Sistema)}}$$

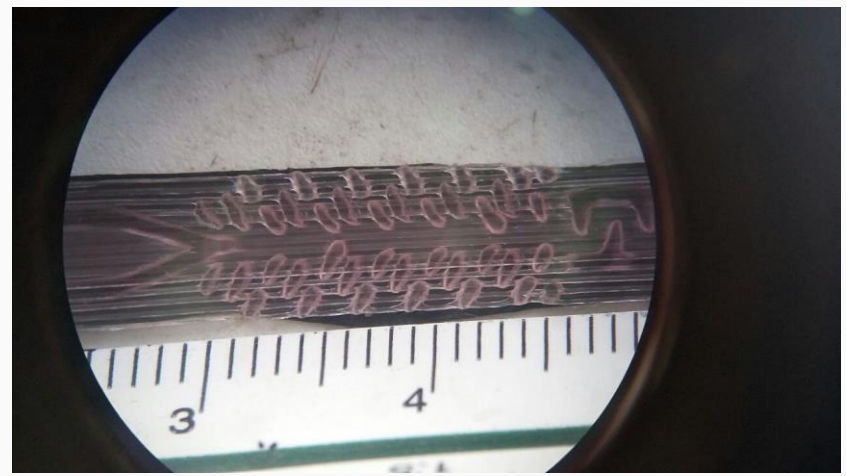


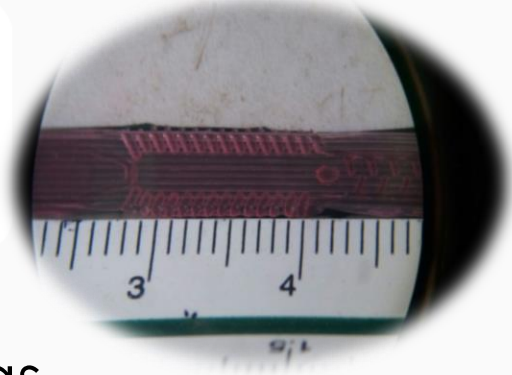
Manejo de riego



OBJETIVO

Realizar una evaluación hidráulica de siete cintillas de riego comerciales para determinar la longitud máxima permisible de cada una de ellas.

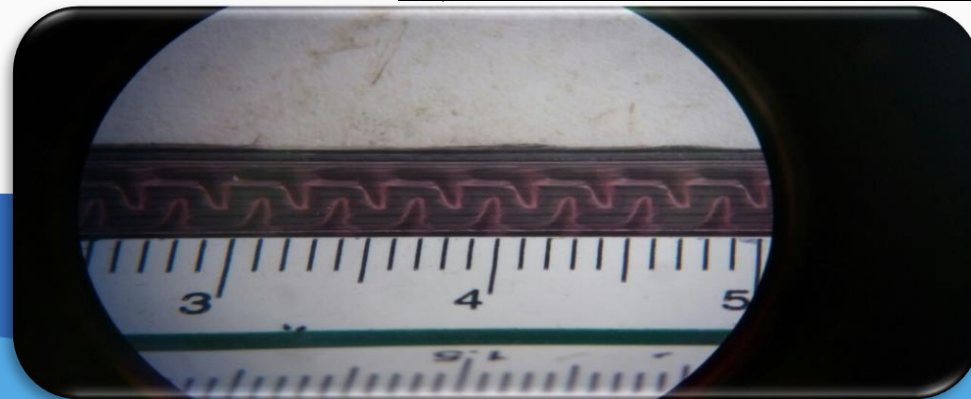
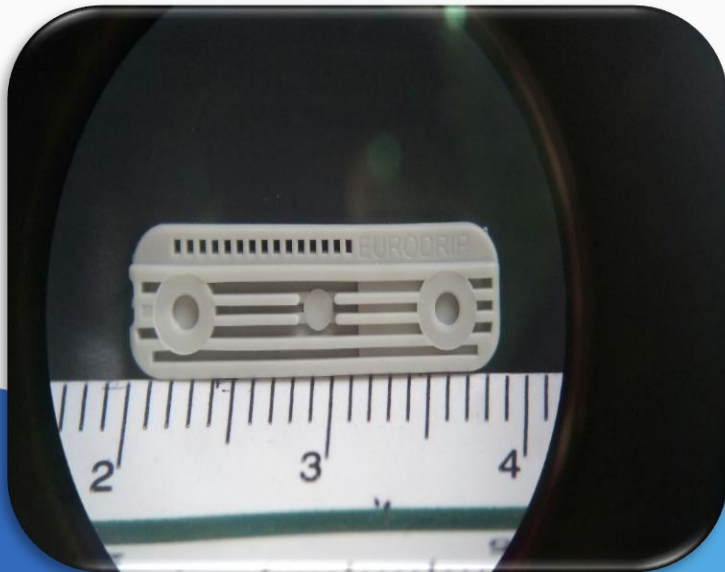




Materiales y métodos

Cintillas Evaluadas

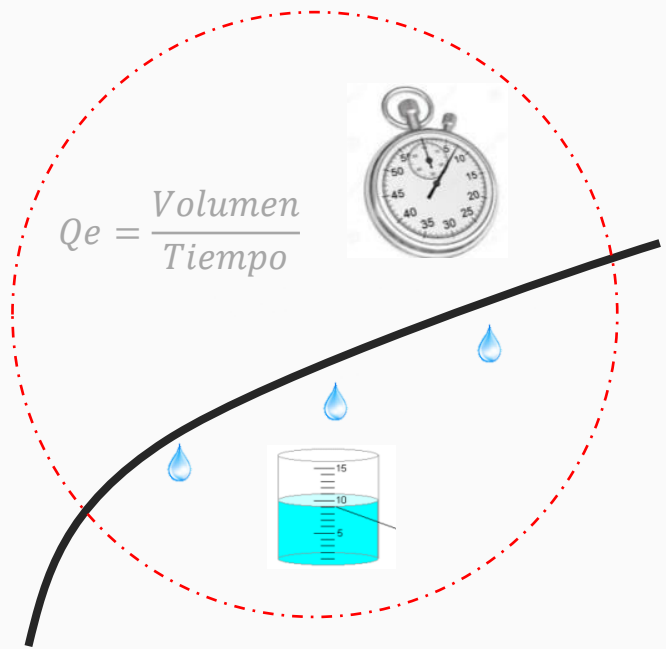
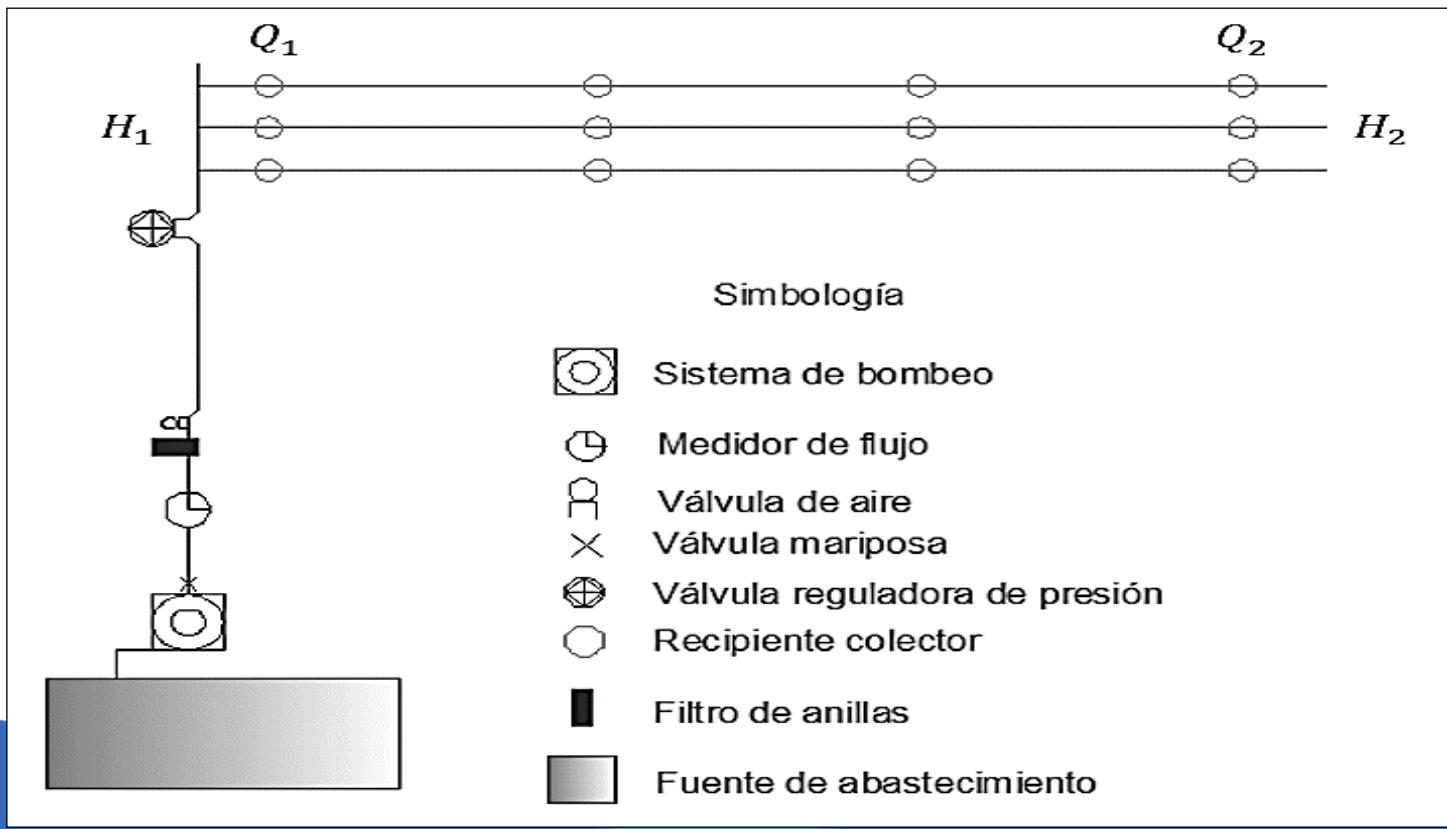
Tratamiento	Q ₀ (L h ⁻¹)	E _e (cm)	Calibre	D (mm)	P ₀ (psi)	P _{max} (psi)
Aqua-Traxx	1.01	20	6 mil	16	8	12
Chapin	1.01	20	6 mil	16	8	10
Eurodrip	0.83	20	6 mil	16.1	8	14
I-Tape	1.2	20	6 mil	16.1	8	10
Netafim	0.87	20	6 mil	16.2	9	12
Ro-Drip	1	20	6 mil	16	8	-
T-Tape	1	20	6 mil	16	8	-



C	Descripción
1	Doble entrada filtrante de 1.5 cm, con doble laberinto angosto de regulación de 1.5 cm, canales de descarga de flujo laminar de 7.0 cm y emisor lineal corto.
2	Entradas filtrantes de 6.0 cm de largo, con laberinto amplio de flujo turbulento con 10.0 cm de largo y emisor lineal corto.
3	Emisor tipo pastilla con forma rectangular con entrada filtrante y laberinto integrado de flujo turbulento y emisor en forma de orificio, con medidas de 1.8 cm de largo por 0.5 cm de ancho.
4	Doble entrada filtrante de 1.5 cm de longitud, doble laberinto angosto de regulación de 5 cm, canales de descarga en forma lineal de 3.5 cm y emisor corto en línea.
5	Emisor tipo pastilla con forma rectangular con entrada filtrante y laberinto integrado de flujo turbulento y emisor en forma de orificio, con medidas de 2.0 cm de largo por 0.5 cm de ancho.
6	Entrada libre de 4.5 cm de longitud con laberinto amplio de regulación de 15.5 cm de longitud directo a la salida, y emisor en forma de orificio.
7	Entradas filtrantes de 6.5 cm de longitud, canal de regulación en forma de laberinto de flujo turbulento de 10.0 cm de longitud y rendija de salida en forma lineal de 3.5 cm.

Materiales y métodos

Toma de datos



n=12
Por cintilla

Materiales y métodos

Coeficiente de uniformidad (CU)

$$CU = 100 \left[1 - \frac{\sum_1^n (q_i - q_m)}{n * q_m} \right]$$

Coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{S}{q_m}$$

q_m es el caudal promedio en $l\ h^{-1}$, q_i el caudal de cada observación en $l\ h^{-1}$ y n el número de observaciones y S es la desviación estándar.

Modelo Carga-Gasto

$$Q = KH^x$$

Q es el caudal del emisor en $l\ h^{-1}$, H es la carga hidráulica mca, K es el coeficiente de descarga que depende de la geometría del emisor y x el exponente que depende del régimen de flujo.

$$x = \frac{\ln(Q_1/Q_2)}{\ln(H_1/H_2)} \quad K = \frac{Q_1}{H_1^x}$$

Q_1 y Q_2 son los gastos del emisor al inicio y al final de la línea regante, respectivamente, H_1 y H_2 son las cargas hidráulicas al inicio y al final de la línea regante, respectivamente.

(Karmeli y Keller, 1975; Burtn y Stuart, 1994)

Pérdida de carga permisible (ΔH)

$$\Delta H = H_i - H_f$$

$$\frac{Q_f}{Q_i} = 0.9 \quad \Delta H = (1 - 0.9^{1/x}) H_i \quad H_i = \left[\frac{\bar{Q}}{K (0.9)^{1/2}} \right]^{1/x}$$

H_i es la presión inicial estimada que se debe aplicar al inicio de la unidad de riego para asegurar un gasto medio del emisor ($\bar{Q} = (Q_1/Q_2)/2$) a lo largo de la línea regante (cintilla)

Materiales y métodos

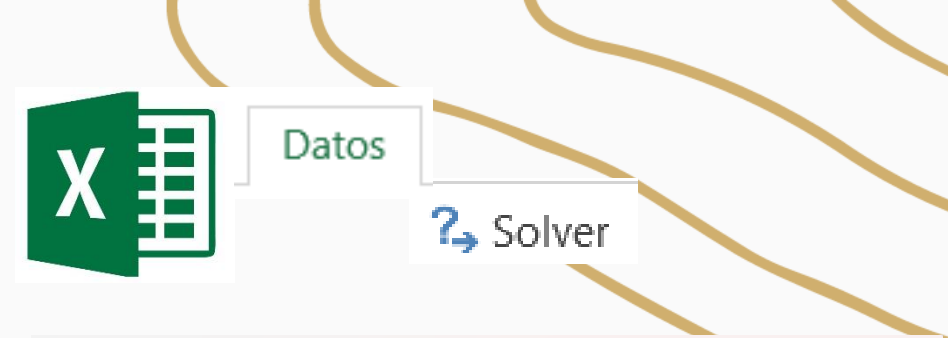
Longitud de la línea regante $\hat{N} = \arg \min L(N)$

$$L(N) = \left| \frac{\Delta H - \left[\underbrace{K \frac{(\bar{Q} N_i)^m}{D^n}}_{hf} (E_e N_i) * \underbrace{\left(\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N_i} + \frac{(m-1)^{0.5}}{6N_i^2} \right)}_F \right]}{\Delta H} \right| \quad i = 1, 2, 3 \dots n$$

Longitud máxima permisibles de la cintilla (LM):

$$LM = E_e \hat{N}$$

donde $k=10.3*n^2$, $m=2$ y $n=16/3$ son los coeficientes de la ecuación de pérdida de carga de Manning, N_i es el número de la i -ésima salida, \bar{Q} es el gasto medio del emisor en litros por hora (l h⁻¹), D es el diámetro interno de la línea regante (m), E_e es el espaciamiento entre emisores (m), \hat{N} es el número de salidas óptimas y n es el número de iteración hasta minimizar la función (N).



Parámetros de Solver

Establecer objetivo: SH\$13 *hfs*

Para: Máx Mín Valor de: 2.62 ΔH

Cambiando las celdas de variables: \$J\$3 N

Sujeto a las restricciones:

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución: GRG Nonlinear

Método de resolución: GRG Nonlinear, Simplex LP, Evolutionary

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Ayuda Resolver Cerrar

Resultados

Cintilla	Coeficiente de uniformidad (CU)	Coeficiente de variación (CV)
Aqua-Traxx	97.3	0.03
Chapin	95.7	0.05
Eurodrip	99.1	0.01
I-Tape	96.8	0.03
Netafim	98.8	0.01
Ro-Drip	96.2	0.04
T-Tape	94.3	0.08

CU > 92%
Excelente
Rodrigo et al. (1992)

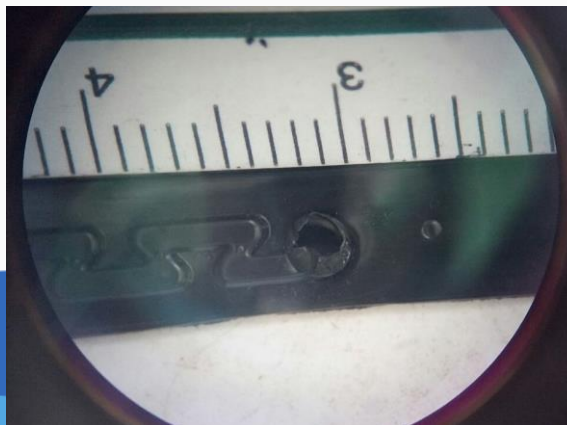
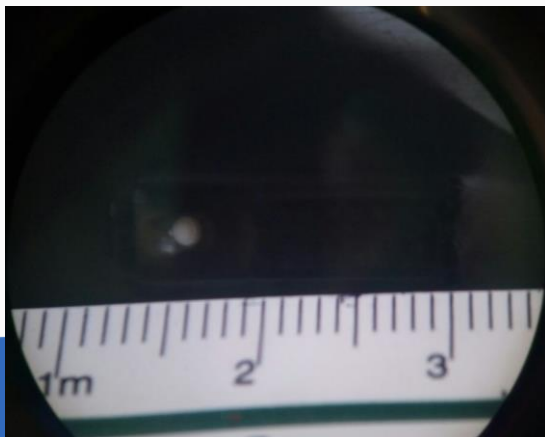
CV < 0.10
Buenos
ASAE (2003)

Resultados

Valores observados de gasto y carga hidráulica al inicio y al final de la línea regantes para las siete cintillas evaluadas

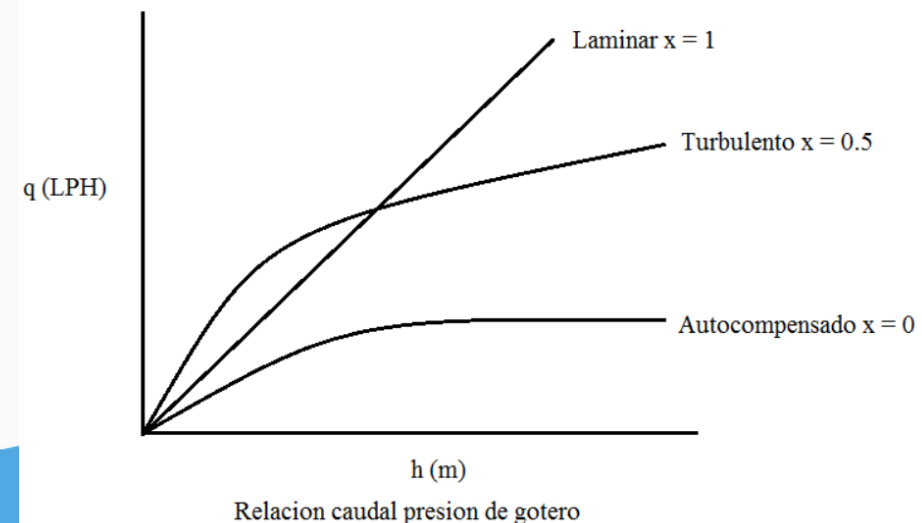
Cintilla	H ₁ (mca)	H ₂ (mca)	Q ₁ (l h ⁻¹)	Q ₂ (l h ⁻¹)	Q̄
Aqua-Traxx	5.62	3.87	0.94	0.85	0.90
Chapin	5.62	3.52	1.05	0.97	1.01
Eurodrip	5.62	4.22	0.76	0.70	0.73
I-Tape	5.62	3.16	1.08	0.99	1.04
Netafim	5.62	4.57	0.81	0.78	0.80
Ro-Drip	5.62	3.52	1.00	0.90	0.95
T-Tape	5.62	3.87	1.02	0.84	0.93

Geometría del emisor K



Modelo Carga-Gasto $Q = KH^x$

Cintilla	K	x
Aqua-Traxx	0.591	0.269
Chapin	0.77	0.18
Eurodrip	0.464	0.286
I-Tape	0.832	0.151
Netafim	0.592	0.182
Ro-Drip	0.679	0.224
T-Tape	0.417	0.518



Resultados

Cintilla	Carga hidráulica de operación (Hi)		Pérdida de carga permisible (ΔH ; mca)	Longitud Máxima permisible (LM; m)
	mca	PSI		
Aqua-Traxx	5.70	8.1	1.85	104.3
Chapin	5.99	8.5	2.66	108.8
Eurodrip*	5.87	8.4	1.81	119.9
I-Tape	6.01	8.6	3.02	112.7
Netafim	6.78	9.6	2.98	135.3
Ro-Drip	5.66	8.0	2.12	104.9
T-Tape	5.21	7.4	0.96	81.7

Promedio 8.4 2.2 109.6

CONCLUSIONES

Considerar lo siguiente: 1) calidad del agua de riego, 2) costo y disponibilidad de la cintilla y 3) manejo y operación del riego.

Se recomienda que la evaluación del sistema de riego deba ser un procedimiento rutinario

La longitud adecuada de las cintillas evaluadas es 110 m en promedio, sin embargo, si se tienen longitudes más largas se recomienda disminuir el gasto de los emisores, número de emisores o incrementar el diámetro de las cintillas.

Los modelos cargas-gasto aquí propuestos requieren una evaluación



VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



GRACIAS!

Miguel Servin Palestina
Investigación en Ingeniera de riego
CEZAC – INIFAP
servin.miguel@inifap.gob.mx

Fecha de presentación: 04 de octubre 2023

