

Manejo del Agua de Riego en Naranja



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

MC J. Eliseo Ortiz E.

Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP

El cambio climático mundial y su impacto en el uso del agua



“El cambio climático **impactará en todo el ciclo del agua**, lo cual afectará a los ciudadanos: se notará más la escasez del agua; aumentarán los fenómenos extremos tales como inundaciones y sequías; se verán afectadas la renovación de las aguas subterráneas, **cambiarán los ciclos de precipitación** y los regímenes de los ríos”

Foro Mundial del Agua (2009).

Disponibilidad del agua en México

27.2 km³: 27,200 Millones M³

70% Uso Agrícola, 22% Público-urbano,

2% Pecuario y 0.6% Industria



Fuente: CONAGUA

Eficiencia en los Distritos de **Riego Nacional**

Eficiencia Conducción de canales: 65%

Eficiencia Conducción interparcelaria: 75%

Eficiencia en la parcela: 70%

Eficiencia Global del Distrito de Riego: 34%

Fuente: CONAGUA

Uso del Agua en el Estado de **Sonora**

El agua utilizada es de 7,000 millones de m³



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Agricultura: 85 %

Uso Público y Pecuario: 14%

Uso Industrial: 1%

Fuentes de Agua en el estado de Sonora

- ▶ -Tres Presas en el Valle del Yaqui, **más agua del acuífero.**
- ▶ -Una presa en el Valle del Mayo (y la Presa los Pilares) .
- ▶ -Una presa (Compartida) en el Fuerte-Mayo.
- ▶ -Agua Subterránea de Guaymas el norte.
- ▶ Pequeñas presas en la sierra.

ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD

CONCEPTO	AL 24 DE SEPT 2025	98% Prob.	50% Prob.
Almacenamiento al 01 Octubre 2025	1,989	2,028	2,098
Volumen Muerto y de Azolve	1,000	1,000	1,000
Volumen Autorizado Nivel Presa	989	1,028	1,098
Volumen Extracción Distrito 018, Col. Yaquis	250	250	250
Volumen Pueblos Ribereños y Mina Caridad	120	120	120
Volumen Potabilizadoras	100	100	100
Volumen Extracción Distrito 041	519	558	628
Volumen P. Control S.R.L. (95%)	493	530	597
Volumen P. Control Módulos (88%)	434	466	525
Volumen Bombeo	400	400	400
Volumen Total Para Riego 25-26	834	866	925
POR Ha.	3.8	3.9	4.2

Fuente. Distrito de Riego Río Yaqui

Almacenamiento presas al 07 de octubre de 2025

APORTACIONES (en Mm³)					
MES	MEDIA	22-23	23-24	24-25	25-26
Oct	164.3	214.9	13.9	23.5	38.2
Nov	111.7	100.0	12.0	14.1	
Dic	215.6	109.2	35.0	6.2	
Ene	225.0	61.9	30.5	9.0	
Feb	204.7	103.4	58.0	9.1	
Mar	185.3	88.6	42.4	9.6	
Abr	71.2	33.0	19.4	15.5	
May	47.6	10.1	5.4	9.7	
Jun	57.3	13.2	7.8	29.2	
Jul	470.8	104.9	281.5	286.4	
Ago	814.2	161.2	370.3	223.6	
Sep	473.6	57.9	92.7	839.5	
TOTAL	3,041.3	1,058.3	968.8	1,475.4	38.2

DATOS ESTADÍSTICOS (en Mm³)					
Aportación del 1 al 6 de oct. De 2024 =					7.7

El Huracán Priscilla se localiza esta mañana a 345 km al sur de Cabo San Lucas, Baja California Sur.

Viento y oleaje a 24 h	Sociedades de 80 a 100 km/h con rachas de 80 a 100 km/h	Costas de Baja California Sur (sur)
	Sociedades de 30 a 40 km/h con rachas de 30 a 70 km/h	Costas de Nayarit y Jalisco
	Sociedades de 10 a 25 km/h con rachas de 30 a 50 km/h	Costas de Sinaloa y Colima
	Olas de 5.0 a 6.0 metros	Costas de Baja California Sur (sur)
	Olas de 3.0 a 4.0 metros	Costas de Nayarit y Jalisco
	Olas de 2.0 a 3.0 metros	Costas de Sinaloa y Colima

Huracán Priscilla categoría 2

PRONÓSTICO DE TRAYECTORIA

CONAGUA

MARTES 7 DE OCTUBRE DE 2025						
Hoy, en Ciudad Obregón		Luna menguante, visible al 99.5 %		CUENCA DEL RÍO YAQUI		
Máx 36° Min 26°				La Angostura	El Novillo	El Oviáchic
Prob. de lluvia 0 %						
6:15 17:58						

CICLO AGRÍCOLA 2025-2026				2024-2025		COMPARATIVO
PRESA	Mm³	%	APORTACIÓN m³/s	Mm³	%	CICLO 24-25 Vs. 23-24 (Mm³)
Angostura	310.7	40.8	11.56	95.3	12.5	+ 215.4
Novillo	1,380.0	45.7	31.74	670.3	22.2	+ 709.6
Oviáchic	442.6	13.7	0.00	603.0	18.7	- 160.3
Total	2,133.3	30.4	43.30	1,368.6	19.5	+ 764.7

LLUVIAS (milímetros)					
CICLO AGRÍCOLA 2025-2026			2024-2025		
PRESA	LLUVIA Hoy	LLUVIA Mensual	LLUVIA Cíclo	LLUVIA Mensual	LLUVIA Cíclo
Angostura	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Novillo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oviáchic	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

PRECIPITACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO YAQUI			
ESTACIÓN	mm	ESTACIÓN	mm
Cd. Madera	0.0	La Angostura	0.0
Guápoca	0.0	Nacozari	0.0
P. Nácori	0.0	Tepache	0.0
El Cubil	0.0	El Novillo	0.0
A. Glez	4.0	Oviáchic	0.0
Yécora	0.0	Vicam	0.0
Aribabi	0.0	Cd Obregón	0.0
Bacerac	0.0	Obs Obregón	0.0
Cocoraque	0.0	Villa Juárez	0.0

Inap= inapreciable - = sin datos

Fuente: CONAGUA y Distrito de Riego Río Yaqui

Superficie de **Cítricos** en el Valle del Yaqui, Sonora.

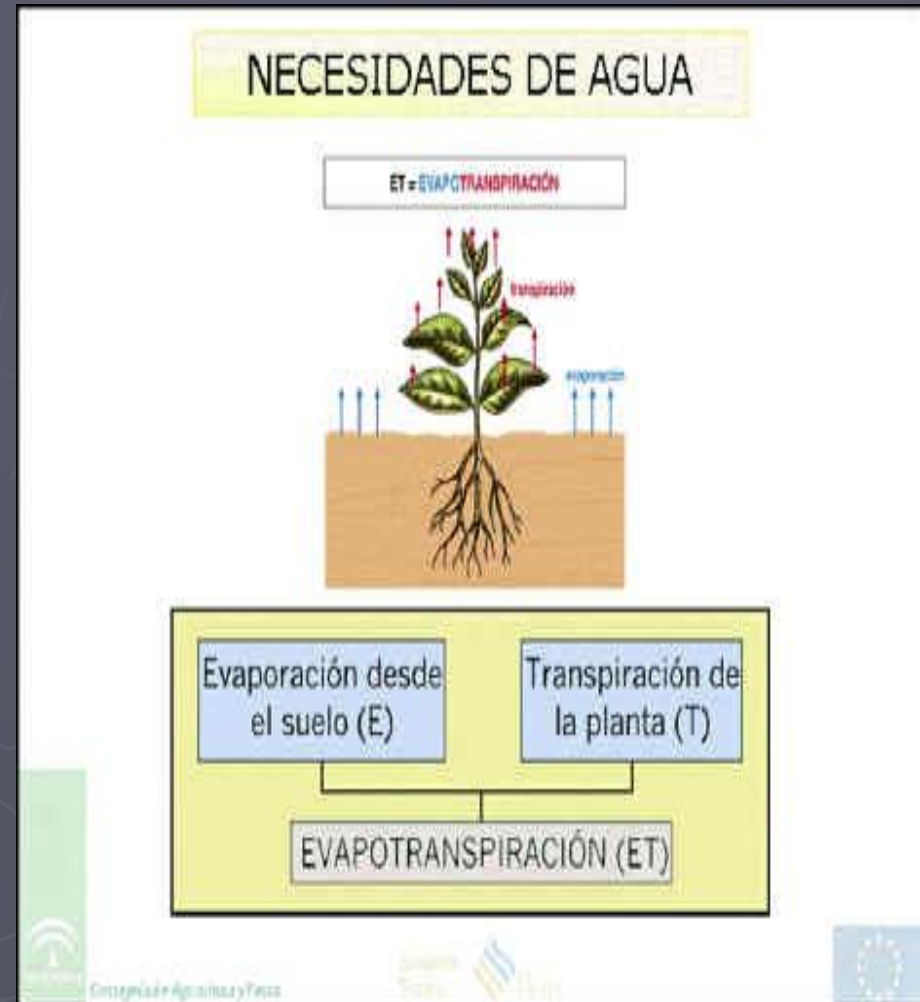
Superficie (ha)	Riego presurizado	Riego por gravedad o tradicional
4,663	3,264 (70%)	1,319 (30%)

2,500 (54%) ha aproximadamente de **naranja** y el resto de Toronja, Mandarina, Limón y Minneola

Fuente: Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Yaqui, Sonora

¿Qué es la evapotranspiración?

- ▶ Se define como **la cantidad de agua** que utiliza la planta en la construcción de los tejidos
- ▶ **En la transpiración** de las mismas y
- ▶ **En la evaporación** realizada por **el suelo** durante todo el ciclo vegetativo de los cultivo.



Evapotranspiración de las plantas

- ▶ La cantidad de agua que evapotranspira un cultivo depende de varios factores:
- ▶ El flujo del agua del suelo a la atmósfera depende de la **demanda** que por una parte establecen los factores atmosféricos como la **radiación solar, temperatura del aire, contenido de vapor de agua y la velocidad del viento.**
- ▶ Y por otra parte de la **oferta** de agua que depende del contenido de **humedad del suelo** y de sus características físicas, así como de las **características morfológicas y fisiológicas de las plantas.**

Fórmulas para el cálculo de la Evapotranspiración (ET)

- Diferentes Métodos empíricos, indirectos y directos.
- -Actualmente con la ayuda de las estaciones meteorológicas (REMAS) se obtiene el dato directo,
- **PERO** la Evapotranspiración potencial o de Referencia, **pero no la Real (Etr).**

$$-Etr = Kc \times Etp$$

- Otro método directo y muy bueno : Método gravimétrico

$$-LEvt = \frac{(H1 - H2) \times Da \times Pr}{100}$$

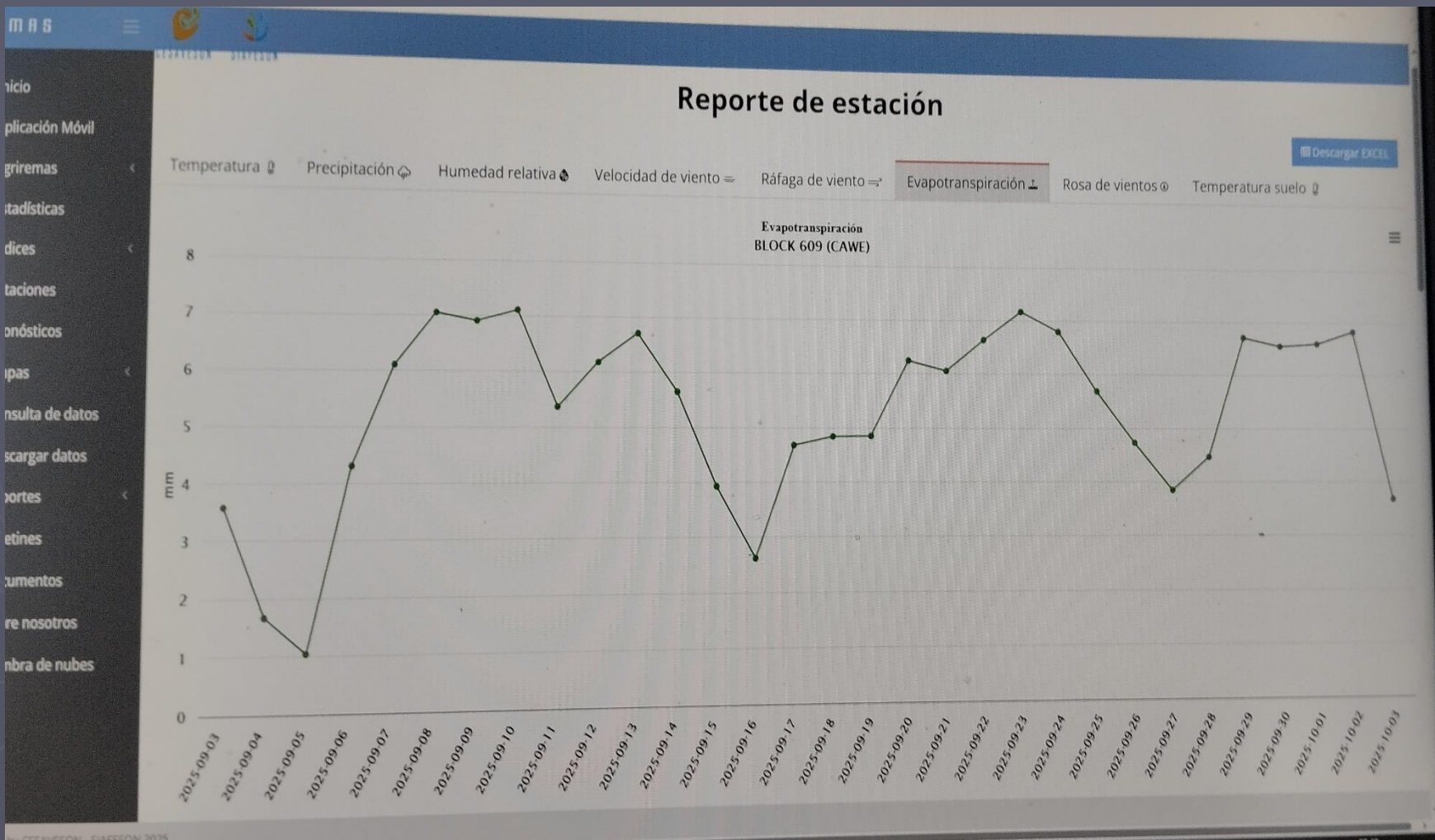
$$-\%H = \frac{Psh - Pss \times 100}{Pss}$$

Evapotranspiración o Uso Consuntivo del cultivo (Penman-Monteith)



$$-E_{tr} = K_c \times E_{tp}$$

ET potencial o de Referencia



Demanda de agua o Evapotranspiración (mm).

Valle del Yaqui (Datos promedio de 15 años)

	NARANJA				
	LÁMINA DE CONSUMO (ETR)		ETo Histórica (Estación)		Kc*
	Mensual	Acumulado			
			Mes	Acumulada	
ENERO	29.22	29.22	97.40	97.40	0.30
FEBRERO	78.40**	107.62	111.22	208.62	0.30
MARZO	77.92	185.54	155.84	364.46	0.50
ABRIL	96.26	281.80	192.52	556.98	0.50
MAYO	118.58	400.36	237.16	794.14	0.50
JUNIO	115.58	515.94	231.15	1025.29	0.50
JULIO	145.08	661.02	207.25	1232.54	0.70
AGOSTO	130.63	791.65	186.61	1419.15	0.70
SEPTIEMBRE	118.87	910.52	169.82	1589.97	0.70
OCTUBRE	65.96	976.48	164.89	1753.86	0.40
NOVIEMBRE	36.52	1013.00	121.74	1875.60	0.30
DICIEMBRE	19.89	1032.90	99.48	1,975	0.20

*Kc: MC Benjamín Valdez, **10.3 mm³/ha**

20 mm³/ha

****** volumen extra para formar el bulbo de humedad inicial

ETR = ETo x Kc, **ETR**= Evapotranspiración **Real** del cultivo

ETo= Evapotranspiración de referencia, **Kc** = Coeficiente de cultivo

Demanda de agua o Evapotranspiración (mm).

Costa de Hermosillo.

	NARANJA				
	LÁMINA DE CONSUMO (ETR)		ETo Histórica (Estación)		Kc*
	Mensual	Acumulado			
			Mes	Acumulada	
ENERO	22.0	22.0	85.0	85.0	0.30
FEBRERO	*68.0	90.0	93.9	178.9	0.30
MARZO	74.0	164.0	150.9	329.8	0.50
ABRIL	98.0	262.0	177.8	507.5	0.50
MAYO	101.0	363.0	216.0	723.5	0.50
JUNIO	101.0	464.0	205.5	929.0	0.50
JULIO	131.0	595.0	202.3	1131.3	0.70
AGOSTO	131.0	726.0	183.5	1314.8	0.70
SEPTIEMBRE	131.0	857.0	170.4	1485.2	0.70
OCTUBRE	56.0	913.0	151.1	1636.3	0.40
NOVIEMBRE	38.0	951.0	118.6	1754.8	0.30
DICIEMBRE	22.0	973.0	102.9	1,857.7	0.20

*Kc: MC Benjamín Valdez, 9.7 mm³/ha

19 mm³/ha

** Volumen extra para formar el bulbo de humedad inicial

ETR = ETo x Kc, ETR= Evapotranspiración Real del cultivo

ETo= Evapotranspiración de referencia, Kc = Coeficiente de cultivo

COMPARACION EVAPOTRANSPIRACION **REAL (mm):** VALLE DEL YAQUI Y COSTA DEHERMOSILLO.

MES	ET REAL (mm)/ mensual Valle del Yaqui	ET REAL (mm)/mensual Costa de Hermosillo	ET REAL (mm)/ diaria Valle del Yaqui	ET REAL (mm)/diaria Costa de Hermosillo
Enero	29.22	22.0	0.94	0.71
Febrero	78.40**	*68.0	2.8	2.4
Marzo	77.92	74.0	2.5	2.4
Abril	96.26	98.0	3.2	3.3
Mayo	118.58	101.0	3.8	3.3
Junio	115.58	101.0	3.9	3.4
Julio	145.08	131.0	4.7	4.2
Agosto	130.63	131.0	4.2	4.2
Septiembre	118.87	131.0	4.0	4.4
Octubre	65.96	56.0	2.1	1.8
Noviembre	36.52	38.0	1.2	1.3
Diciembre	19.89	22.0	0.64	0.71
Total, mm	103.3 CM	97.3 CM		

Manejo de la humedad del suelo en Naranja

Etapa de crecimiento	Goteo Enterrado		Microaspersión		Goteo Superficial	
	45 cm	90 cm	45 cm	90 cm	45 cm	90 cm
Floración y amarre (febrero-abril)	37	21	36	26	28	24
Rápido crecimiento del fruto (mayo-septiembre)	26	18	28	24	20	17
Lento crecimiento del fruto (octubre-enero)	37	22	44	43	23	19

Valdez, Ortiz y et al 2015

Sensores Watermark y lecturas en centibars



Sensores Watermark

Sonda de humedad en el suelo, antenas



Balance de agua en Naranja, Valle del yaqui

Balance Hídrico

Agropecuaria Santa Barbara

Santa Barbara 1616-1516-1618 - Tabla 5 Equipo 1618

01 ene. 2024 hasta 31 dic. 2024 (365 Días)



Superficie	6,16	ha
Número de plantas	0	
Precipitación Teórica	1,31	mm/h

Cultivos	Naranjos
Año cultivo	2005
Bloques	1

		enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Precipitación Real	[mm/h]	1,45	0,75	1,37	1,48	1,48	1,45	1,57	1,52	1,58	1,64	0,76	1,5
Dif. Precipitación	[%]	9,28	-75,41	4,35	11,31	11,37	9,48	16,26	13,38	16,83	19,84	-73,38	12,46
Eventos		3	5	8	6	10	10	10	35	13	48	4	2
Tiempo	[h]	21,02	66,06	58,43	61,97	105,63	88,78	91,32	76,62	87,06	64,09	31,53	12,02
Riego	[mm]	30,47	49,52	80,33	91,88	156,72	128,96	143,4	116,32	137,64	105,13	23,91	18,06
ETO	[mm]	99,87	101,49	131,82	163,94	194,16	173,42	182,91	180,19	172,09	158,34	121,55	109,22
ETO/Día	[mm]	3,22	3,5	4,25	5,46	6,26	5,78	5,9	5,81	5,74	5,11	4,05	3,52
Lluvia	[mm]	1,27	3,3	0	0,25	0	5,59	37,59	23,11	7,11	9,65	0	0
Riego+Lluvia	[mm]	31,74	52,82	80,33	92,14	156,72	134,55	180,99	139,43	144,75	114,78	23,91	18,06
Kr		0,32	0,52	0,61	0,56	0,81	0,78	0,99	0,77	0,84	0,72	0,2	0,17
Kr (sin lluvia)		0,31	0,49	0,61	0,56	0,81	0,74	0,78	0,65	0,8	0,66	0,2	0,17

Fuente: Smart Drop

Balance de agua en **Naranja (mm)**, Valle del yaqui

Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Eto/diaria	3.22	3.50	3.25	5.46	6.26	5.78	5.90	5.81	5.74	5.11	4.05	3.52
Eto/diaria (15 años)	3.14	3.97	5.02	6.42	7.65	7.71	6.69	6.02	5.66	5.49	4.06	3.21
Kc	0.32	0.52	0.61	0.56	0.81	0.78	0.99	0.77	0.84	0.72	0.20	0.17
Kc	0.30	0.30	0.50	0.50	0.50	0.50	0.70	0.70	0.70	0.40	0.30	0.20
Etr/diaria	1.03	1.82	1.98	3.06	5.08	4.51	5.84	4.47	4.82	3.68	0.81	0.60
Etr/diaria	0.94	1.19	2.51	3.21	3.83	3.86	4.68	4.21	3.96	2.20	1.22	0.64
Lámina aplicada	30.5	49.5	80.3	91.9	156.7	129.0	143.4	116.3	137.6	105.2	24.0	18.1

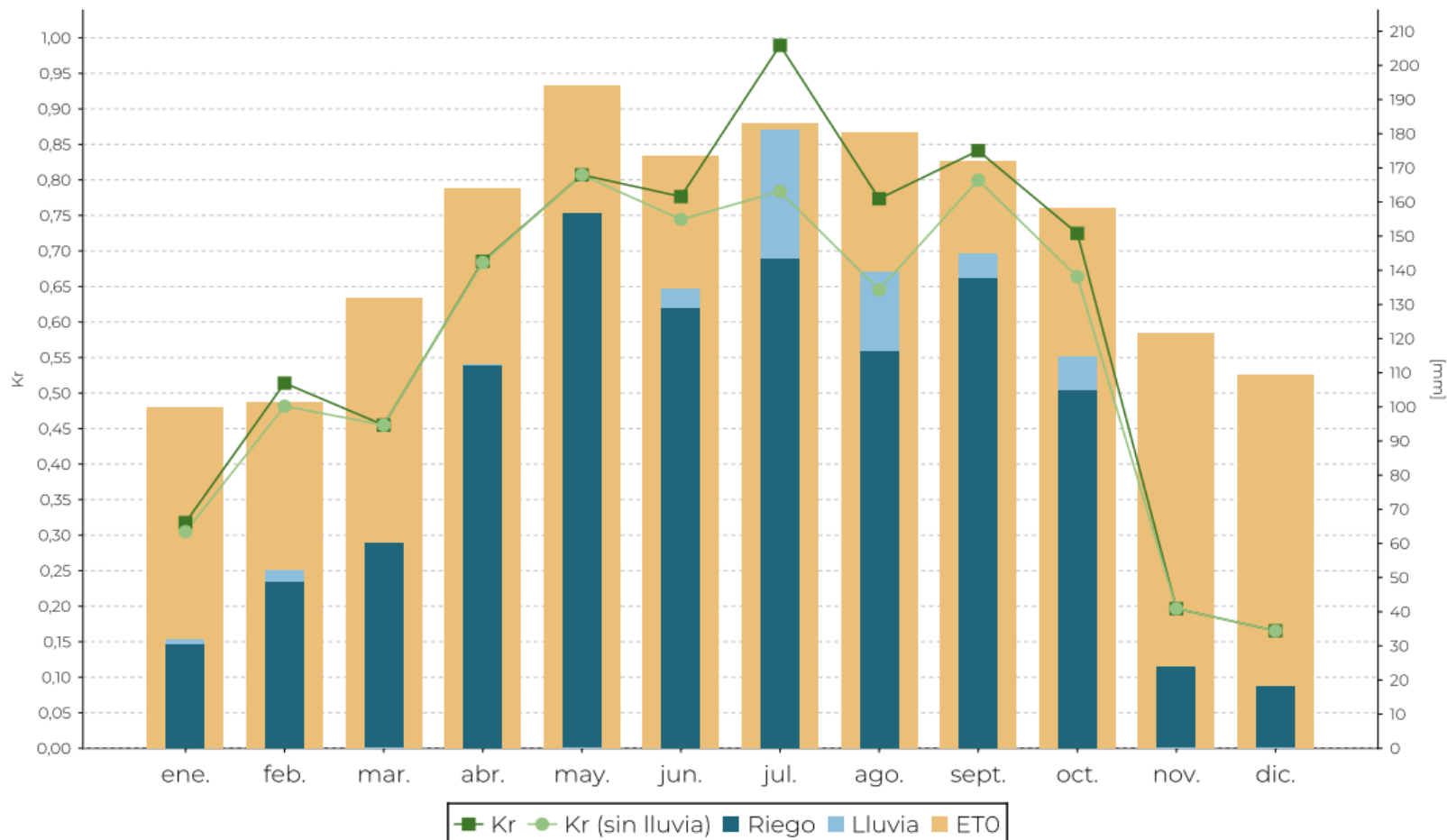
Lámina aplicada total en el año: 1,083 mm, 108.3 cm, 1.08 m, 10.83 millares de m³/ha
 Lámina de diseño: 1.31 mm/hora

Balance Hídrico

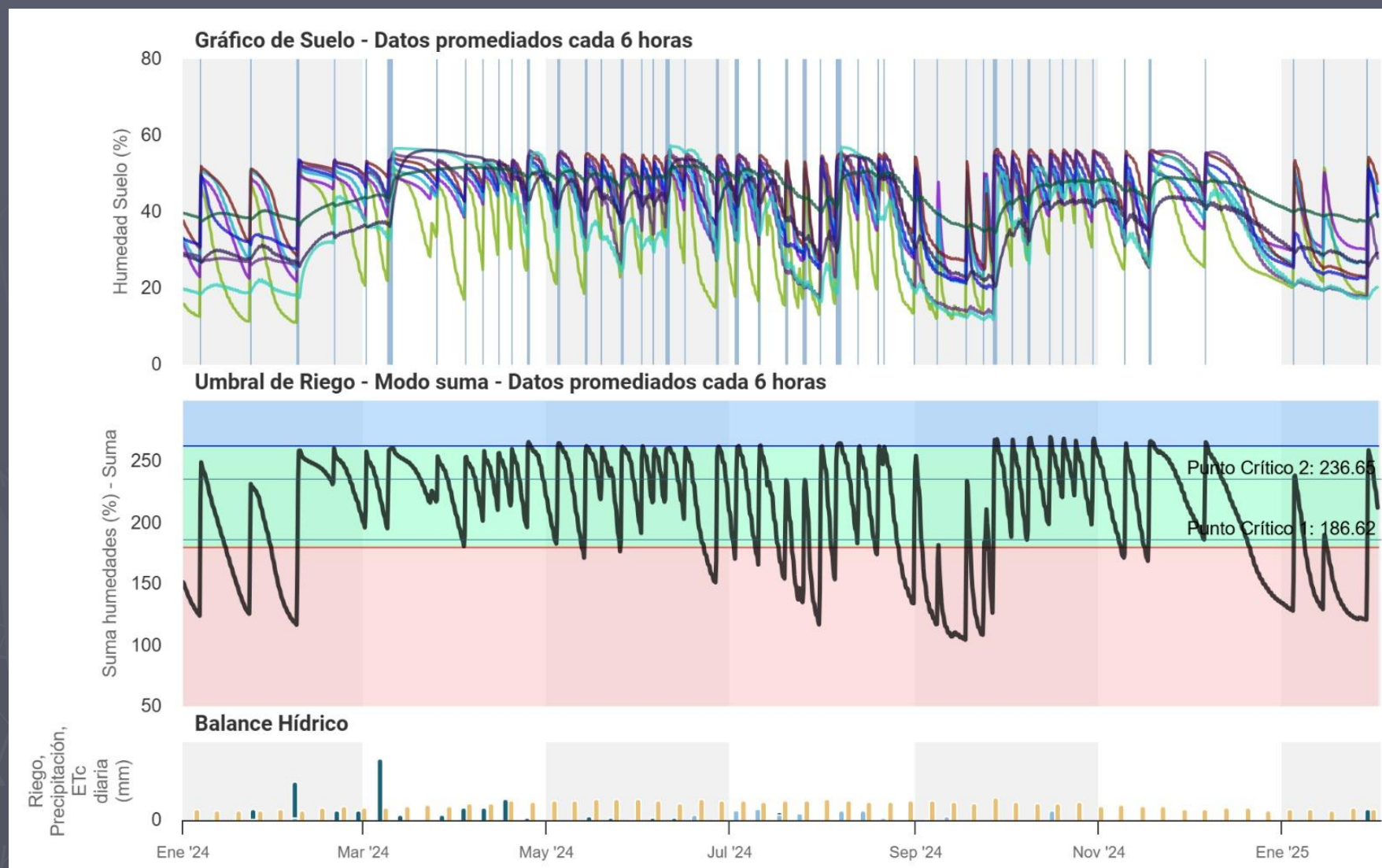
Agropecuaria Santa Barbara

Santa Barbara 1616-1516-1618 - Tabla 5 Equipo 1618

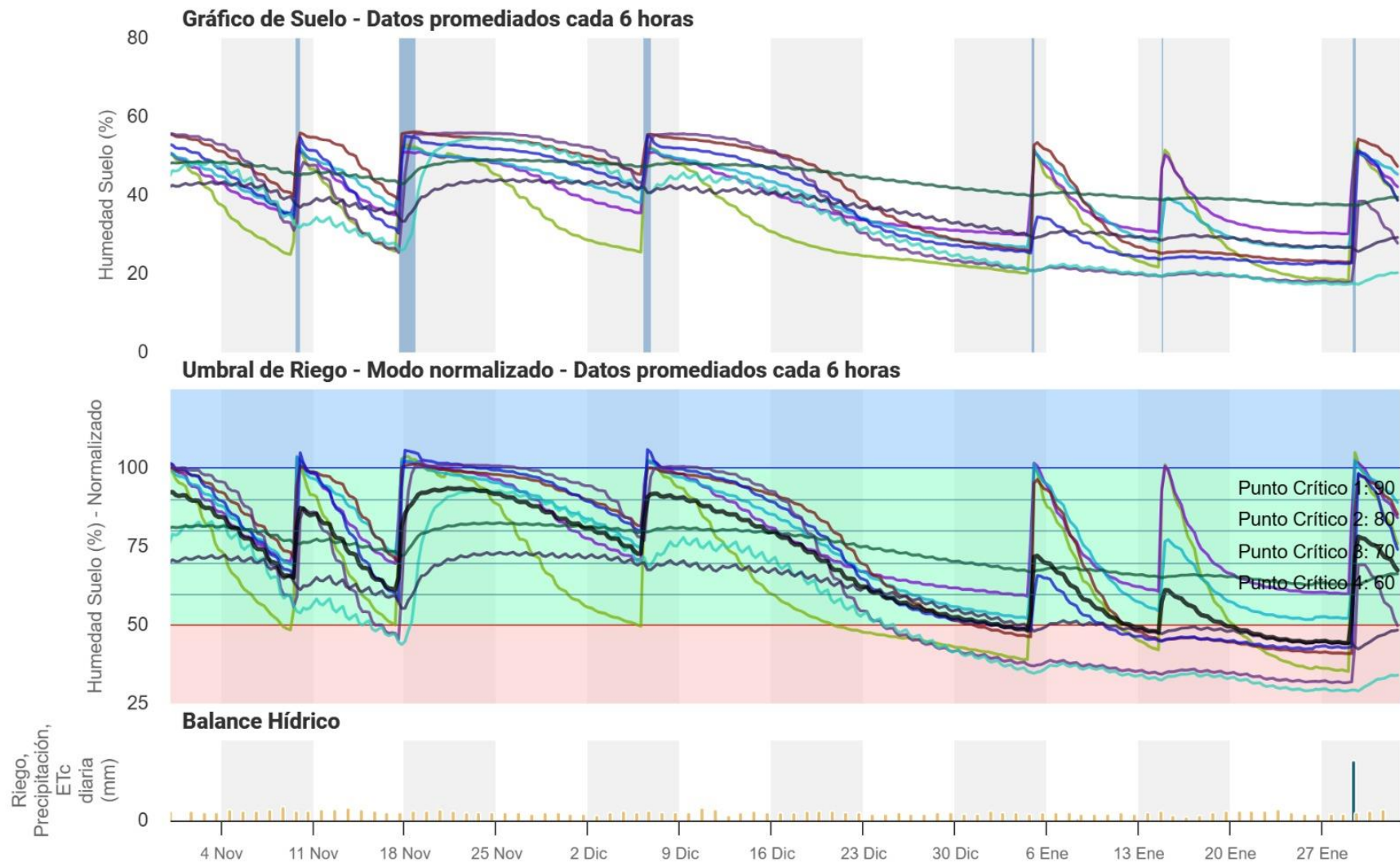
01 ene. 2024 hasta 31 dic. 2024 (365 Días)



Humedad del suelo con Sonda en Naranja (Todo el año 2024)



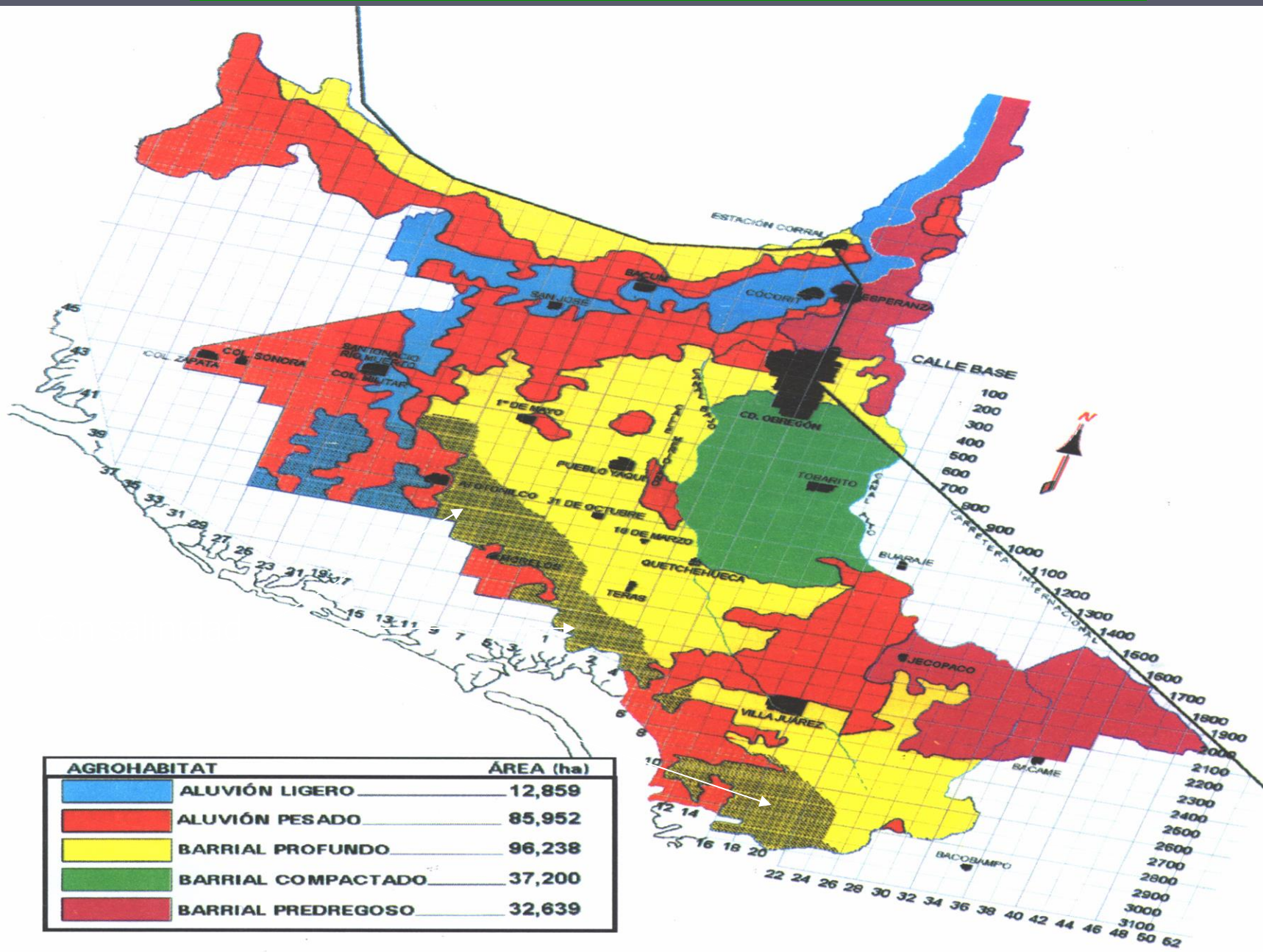
Humedad del suelo con Sonda en Naranja (Época de Invierno)



Etapas Fenológicas sensibles al déficit de Riego



TIPOS DE SUELOS DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA.



Tipo de suelo (Textura) Block 2228

Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clasificación
M1 35.2	18.5	46.3	Arcilloso
36.9	19.5	43.7	Arcilloso
	Costa de	Hermosillo	
55	18	27	Migajón Arenoso
63	14	23	Migajón Arenoso

Riego por Goteo y Riego por gravedad



Cálculos, Naranja

- ▶ Naranja, plantación $8 \times 4 = 32 \text{ m}^2$
- ▶ Dos mangueras con goteros a 60 cm, cada uno
- ▶ Gasto (Q) = 2 Litros/hora (LPH)
- ▶ Son 6.7 goteros por árbol/**manguera** (4 m/0.6 m)
- ▶ Total son 13 goteros por 2 LPH = 26 LPH
- ▶ **Lámina de diseño = 0.83 mm/hora**



Riego por gravedad en Naranja



Lámina aplicada: $18 \text{ mm}^3/\text{ha}$

Productividad del agua en el sur de Sonora

Cultivo	Sistema de riego	Lámina en cm	Eficiencia: Lts/kilo	Eficiencia: Kg/m ³
Maíz de O-I	Riego por gravedad	90	1,000	1.00
Maíz de O-I	Riego por aspersión	45	375	2.67
Maíz de O-I	Riego por goteo	40	250	4.0
Maíz de verano	Riego por gravedad	70	1,400	0.71
Naranja	Riego por gravedad	180	720	1.39
Naranja	Riego por goteo	120	343	2.92

Fuente: MC J. Eliseo Ortiz Enríquez –CENEB-INIFAP

Productividad del agua en el sur de Sonora

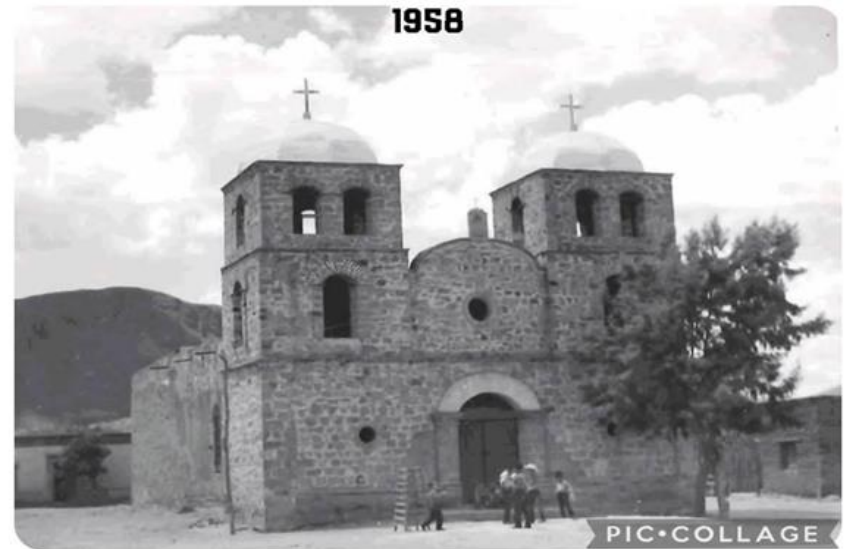
Cultivo	Sistema de riego	Lámina en cm	Eficiencia: Lts/kilo	Eficiencia: Kg/m ³
Trigo	Riego por gravedad	65	1,000	1.0
Trigo	Riego por aspersión	45	692	1.4
Trigo	Riego por goteo	40	615	1.6
Cártamo	Riego por gravedad	45	1,800	0.56
	Riego por aspersión	35	1,167	0.86
	Riego por goteo	30	857	1.17

Fuente: MC J. Eliseo Ortiz Enríquez- CENEB-INIFAP

Muchas Gracias



2024
IGLESIA DE SUAQUI



1958

PIC•COLLAGE