

BALANCE HÍDRICO MEDIANTE TÉCNICAS TURBULENTAS Y SENSORES DE HUMEDAD EN NOGAL (*Carya illinoensis*) EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Fidencio Cruz-Bautista

Fecha 30/11/2017

Situación de la agricultura en Sonora



- 1° **Cajeme**
18.2% 115,685 ha
- 2° **Hermosillo**
10.2% 64,427 ha
- 3° **Navojoa**
9.7% 61,714 ha
- 4° **Etchojoa**
9.1% 58,054 ha
- 5° **Huatabampo**
7.0% 44,159 ha

Riego **94.1%** Temporal **5.9%**



OI



PV



P

Modalidad
hídrica

99.7%

Riego

67.9%

99.6%

Temporal

0.3%

32.1%

0.4%

Situación de la agricultura en Sonora

PRODUCTOS AGRÍCOLAS DESTACADOS Y DISPONIBILIDAD

	Trigo grano	Uva	Espárrago	Papa	Nuez
					
Valor (MDP)	6,602	4,627	4,274	3,315	950
Porcentaje del valor total de la entidad	21.9	15.4	14.2	11.0	3.2
Volumen	1,605,960 t	285,233 t	123,109 t	431,988 t	15,028 t

Sonora aporta el 11% de la superficie establecida a nivel Nacional y participa con el 13% de la producción de nuez del país.

El 57% de las plantaciones de nogal pecanero se ubican en el DDR 144 Costa de Hermosillo.

Uso de agua en nogal

- Valdez et al., 2010 ET est. 1360 mm, riego ??
- Rodríguez et al., 2010 ET 1300 mm, riego 1460mm
- Brown, 2010, ET est. 2090mm, riego ??
- Sammis et al., 2004 ET 1460mm, riego 1940mm
- Nuñez, et al., 2015 riego 1360 mm
- Sifuentes et al., 2015 Requerimiento hídrico anual:
1234 mm en Bonita, Arizona USA
2091mm Costa de Hermosillo, Son.

Problemática del uso de agua en nogal

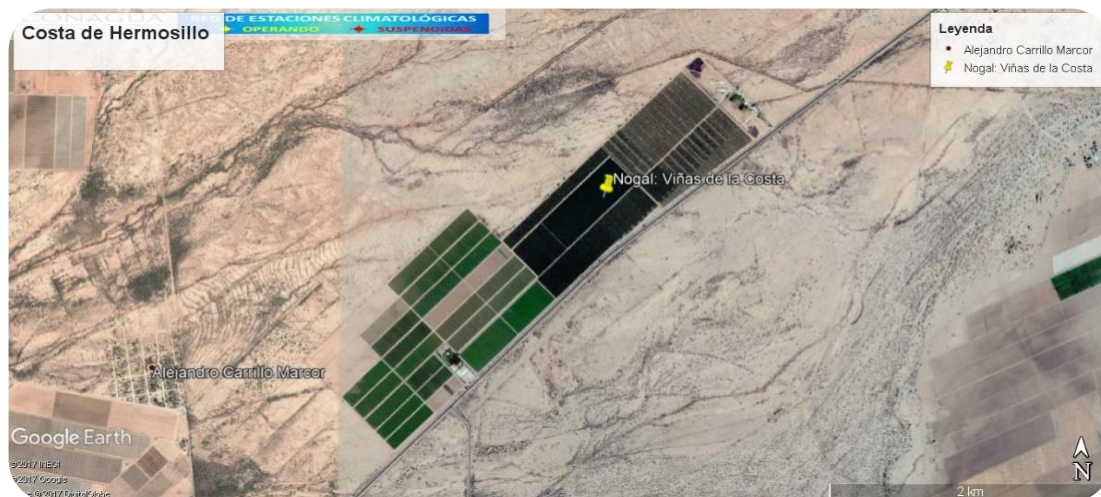


- ✓ Alto requerimiento hídrico
- ✓ Inadecuada programación y manejo del riego
- ✓ No existen datos confiables de lamina de riego aplicada
- ✓ Percolación, no ha sido cuantificada históricamente
- ✓ Acuíferos sobre-explotados en la Costa de Hermosillo
 - Baja disponibilidad de agua
 - Aplicación en exceso de productos químicos.



Clima:

- Radiación neta
- Radiación solar
- Temperatura del Follaje
- Temperatura y humedad del aire
- Precipitación



Suelo:

- Temperatura de suelo
- Humedad del suelo
- Flujo de calor en el suelo
- Percolación





Sistema de riego:

- ✓ Goteo con manguera: $e = 0,75 \text{ m}$;
 $Q = 2,6 \text{ L h}^{-1}$;
 $H = 1,5 \text{ kg cm}^{-1}$
- ✓ Medidor volumétrico

Evapotranspiración:

- ❖ Correlación turbulenta
- ❖ Vientos verticales y humedad del aire



$$ET = \lambda \rho \overline{q'} \overline{w'}$$

- ✓ Correcciones para oxígeno
- ✓ Temperatura
- ✓ Dirección de vientos

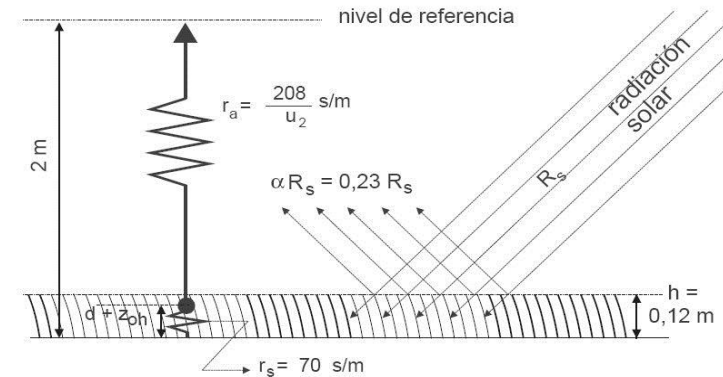
ECPack (University of Wageningen)

EC post-processing softwares = **ETc**

$$ET_o = \frac{0408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (\text{Allen et al., 1998})$$

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o}$$

ET_o (mm día^{-1}), R_n ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), G flujo de calor del suelo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), T es la temp del aire promedio diario ($^{\circ}\text{C}$), Δ pendiente de la curva de presión a saturación a T ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$), γ constante psicrométrica ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$), e_s presión de saturación del vapor a T (kPa), e_a presión de vapor promedio diario (kPa), u vel. de viento promedio diario a 2m de elevación (m s^{-1}).



Balance hídrico

$$\theta_i = \theta_{i-1} + \frac{(P_i - Q_{ri}) + I_{ni} - ET_{ci} - DP_i + GW_i}{1000z_{ri}} \quad (\text{Pereira et al., 2010})$$

θ_i , contenido de agua del suelo en la zona radical (mm mm^{-1}) en el día i ;

θ_{i-1} , es el contenido de agua del suelo en la zona radical (mm mm^{-1}) en el día $i-1$;

P_i , es la precipitación en el día i (mm);

Q_{ri} , es la escorrentía superficial en el día i (mm);

I_{ni} , es la lámina de riego en el día i (mm);

ET_{ci} , es la evapotranspiración del cultivo en el día i (mm);

DP_i , es la percolación en el día i (mm), y

GW_i , es el flujo acumulado de ascensión capilar en el día i (mm).

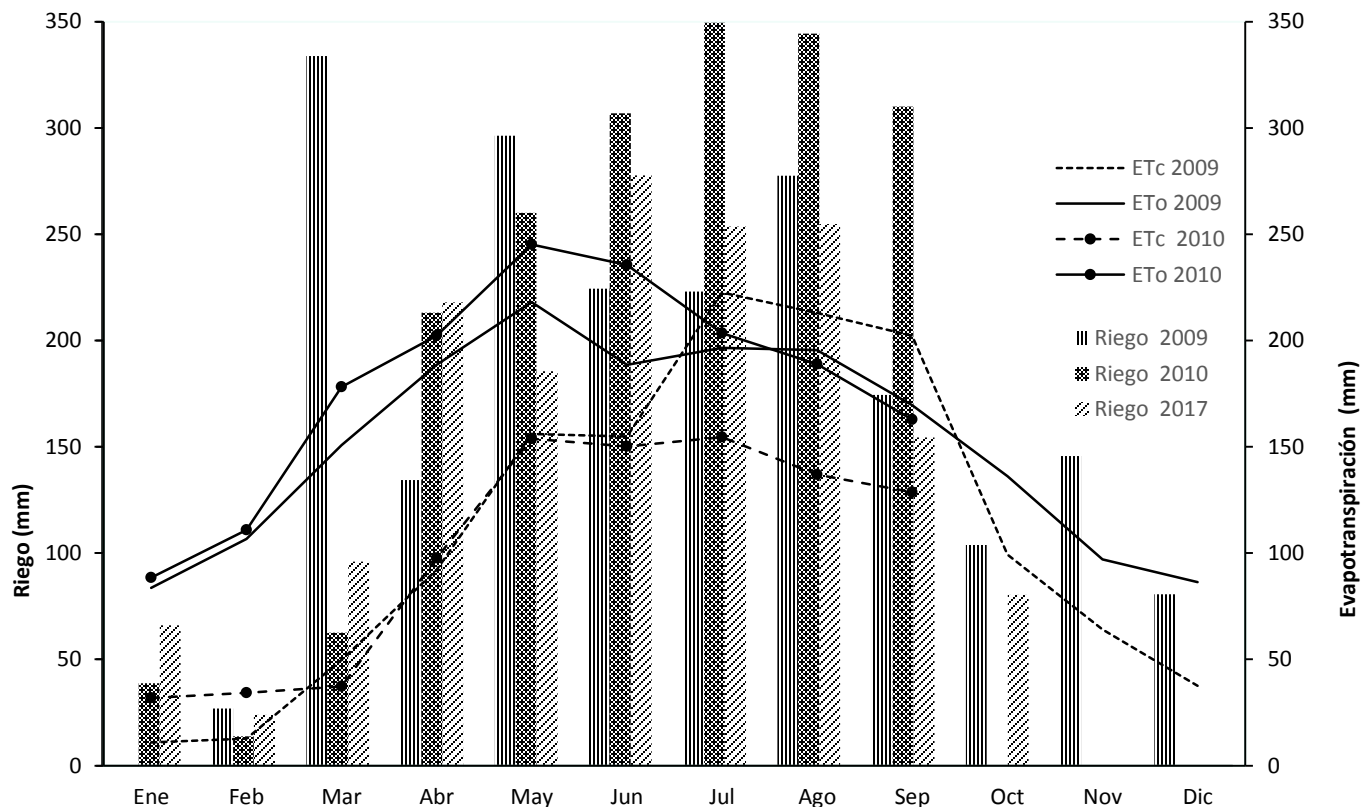
Análisis y discusión de resultados

Componentes del balance hídrico en Nogal pecanero, durante los ciclos 2009, 2010 y 2017 en la Costa de Hermosillo, México.

	Ciclo 2009								Ciclo 2010								Ciclo 2017
Mes			(mm)								(mm)						(mm)
	Riego	Lluvia	Per- colación	ETc	ETo	Alm.	Kc		Riego	Lluvia	Per- colación	ETc	ETo	Alm.	Kc		Riego
Ene	0	0,0	0	11	84	-11,0	0,13		39	15,9	9	32	88	14,4	0,36		66
Feb	27	1,1	2	13	107	13,1	0,12		14	19,9	3	34	111	-3,5	0,31		24
Mar	334	0,0	28	50	151	256,4	0,33		63	0,7	14	37	178	12,1	0,21		96
Abr	134	0,0	21	92	189	21,7	0,49		213	0,6	47	98	202	69,1	0,48		218
May	296	0,0	66	156	218	73,8	0,72		260	0,1	66	154	245	39,9	0,63		186
Jun	224	13,2	52	155	189	30,6	0,82		307	0,0	52	150	236	104,6	0,64		278
Jul	223	10,3	35	223	197	-24,6	1,13		379	6,6	83	155	203	147,5	0,76		254
Ago	278	26,4	61	213	196	29,9	1,09		344	90,9	76	137	189	222,7	0,72		255
Sep	174	5,6	38	202	170	-60,7	1,19		310	7,6	68	129	163	120,8	0,79		154
Oct	104	7,0	27	99	136	-15,1	0,73		-	-	-	-	-	-	-		80
Nov	146	0,4	32	64	97	50,0	0,66		-	-	-	-	-	-	-		
Dic	81	0,0	0	38	86	43,1	0,43		-	-	-	-	-	-	-		
Total	2021	64,0	363	1315	1817	407,2			1928	142,3	418	925	1615	727,5			1610

Análisis y discusión de resultados

Aplicación del riego en Nogal Pecanero

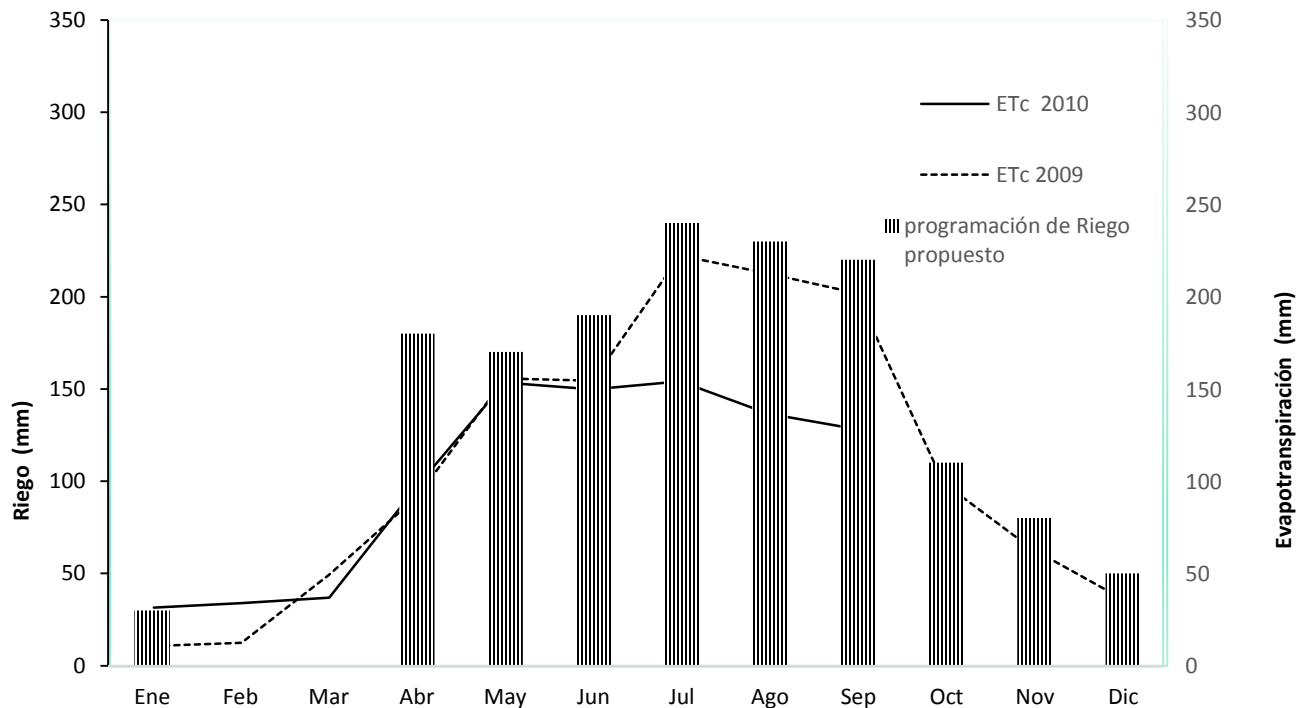


Distribución mensual del riego, evapotranspiración de referencia y la evapotranspiración del cultivo para Nogal pecanero en Costa de Hermosillo, durante los ciclos 2009, 2010 y 2017.

Análisis y discusión de resultados

Láminas de riego propuesto para Nogal pecanero, en la Costa de Hermosillo, México.

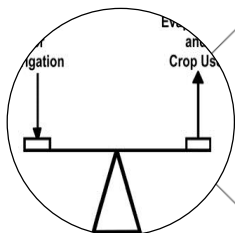
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr (10)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Riego (mm)	30	0	0	180	170	190	240	230	220	110	80	50	1500



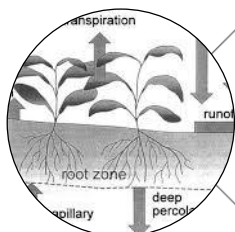
Conclusiones



Bajo el concepto del balance hídrico (BH) es posible determinar el momento oportuno de riego y la lámina de agua a aplicar en el nogal pecanero en la Costa de Hermosillo.



Con la implementación del BH es posible reducir hasta en un 20 a 30 % la lámina de riego aplicada al nogal pecanero.



Para la estimación precisa del BH es necesario conocer y evaluar cada uno de sus componentes, particularmente la evapotranspiración y la percolación



Se debe garantizar buena transferencia de la tecnología a los usuarios del agua, mediante acciones de capacitación.

Gracias

Dr. Fidencio Cruz-Bautista

**Universidad de Sonora
Dpto. de Agricultura y Ganadería
Hermosillo Son. México**

email: fidencio.cruz@unison.mx



PUEBLA
XXXI CONVENCIÓN ANUAL Y EXPO

ANEAS
2017
27 NOV - 1 DIC



www.comeii.com/comeii2017

  @CongresoCOMEII

 info@comeii.com