

**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.

**¿QUÉ ES EL PERIODO HÚMEDO Y LA CANÍCULA
AGRONÓMICA Y CÓMO SE DETERMINAN?;
ESTUDIO DE CASO CUENCA DEL RÍO APATLACO**



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

Ramiro Vega Nevárez

Fecha 16/octubre/2018



SEDRAE
SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL
Y AGROEMPRESARIAL

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inirap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**



AMERD
ASOCIACIÓN MEXICANA DE EMPRESAS DE RIEGO Y DRENAJE, S.C.



SM GEODIM
MODELOS DE INFORMACIÓN DE LA TIERRA



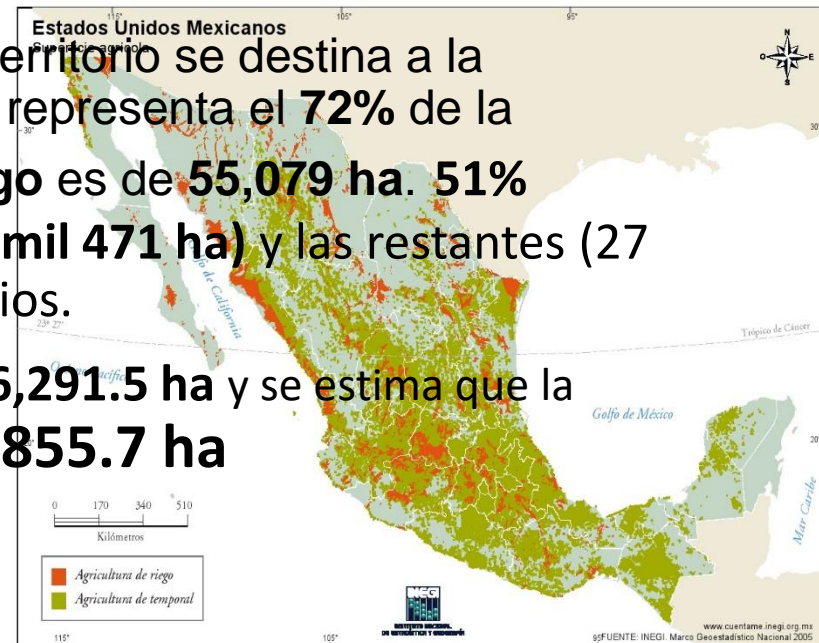
IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



INTRODUCCIÓN

Superficie agrícola nacional **22 millones de ha**

- **15.5 millones** de temporal o secoano .
- **6.5 millones** cuentan con riego. (**3.3 millones** de ha en **86 DR** y **3.2 millones** de ha en más de **40,000 UR**. (CONAGUA, 2016).
- En el estado de **Morelos** el **40.76%** del territorio se destina a la **agricultura de temporal** (**198,890 ha**) y representa el **72%** de la superficie agrícola. La superficie con **riego** es de **55,079 ha**. **51%** pertenecen al **Distrito de Riego 016 (28 mil 471 ha)** y las restantes (**27 mil 319 ha**) a 257 Asociaciones de usuarios.
- En la cuenca del Río Apatlaco se riegan **6,291.5 ha** y se estima que la superficie sembrada de **temporal** es de **25,855.7 ha**





INTRODUCCIÓN

El principal cultivo de temporal es el **maíz** con **30,990 ha**, seguido por el **sorgo** con **26,667 ha**. y en tercer lugar la avena forrajera con **2,897 ha**; en conjunto estos tres cultivos suman **60,554 ha**, lo que representa un **93%** de la superficie total sembrada de temporal.

“Económicamente los cultivos bajo riego son mas rentables, pero socialmente, son los de temporal”



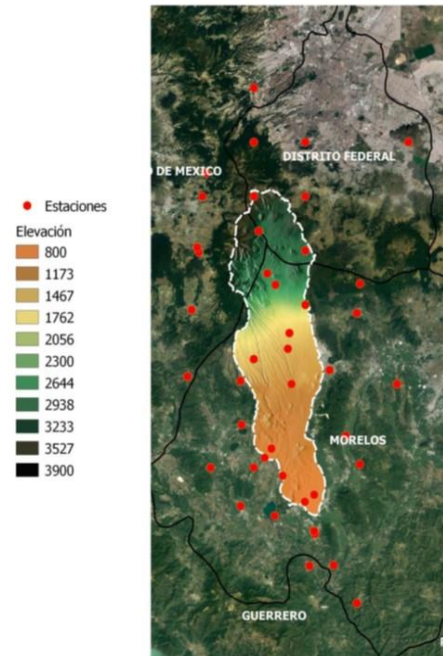
AÑO AGRICOLA 2018 Avance de siembras y cosechas			
ESTADO MORELOS, CULTIVOS TEMPORAL			
Producto	Superficie (ha)		
	sembrada	siniestrada	Cosechada
AMARANTO	6		
AVENA FORRAJERA EN VERDE	2,897		
BERENJENA	2		
CALABACITA	178		
CEBOLLA	92		
CHILE VERDE	63		
ELOTE	400		
FRIJOL	575		
GLADIOLA (Gruesa)	46		
MAIZ GRANO	30,990		
PEPINO	440		
SANDIA	71		
SORGO FORRAJERO EN VERDE	20		
SORGO GRANO	26,667		
TOMATE ROJO (JITOMATE)	1,442		
TOMATE VERDE	932		
TRIGO GRANO	106		
TOTAL	64,925		

Fuente: Elaborado por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

INTRODUCCIÓN

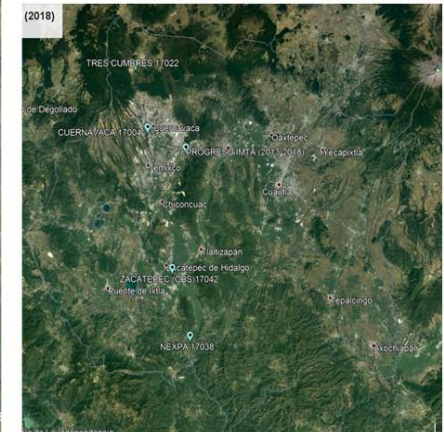
En la cuenca del río Apatlaco la precipitación es errática e impredecible y tanto la falta de agua como los excesos afectan los cultivos. El riesgo mayor es que se suspenda la lluvia en las etapas fenológicas críticas como la floración y el llenado de grano.

En la en la mayoría de los años (80%) se presenta dentro de la estación lluviosa un periodo de seco conocido como **sequía intraestival o canícula** que puede afecta severamente el rendimiento.



CUENCA DEL RÍO APATLACO

(Ubicación de estaciones climatológicas seleccionadas)





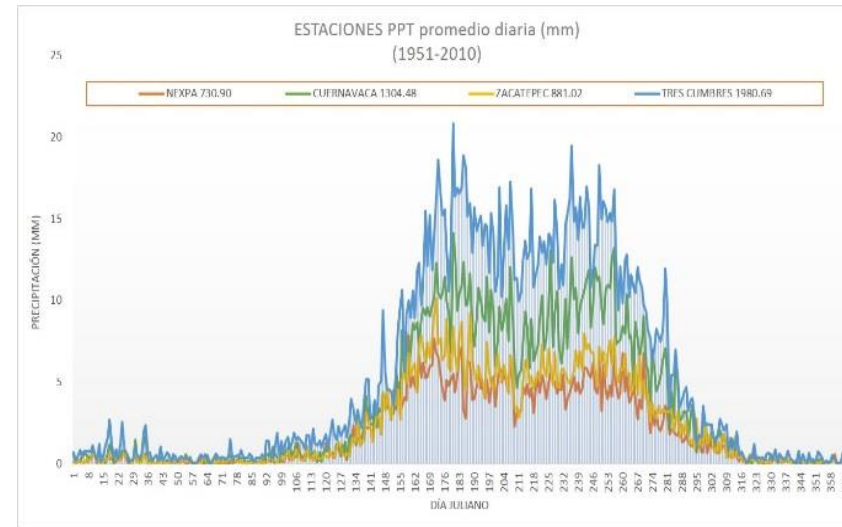
IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



PROBLEMÁTICA

La frecuencia, duración e intensidad de la canícula afecta severamente el establecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos.

No existía una metodología para relacionar el comportamiento y rendimiento de un cultivo con el efecto de la canícula y Vega(2018) generó una metodología utilizando **datos climáticos diarios** y dando **seguimiento fenológico** a cultivos de maíz, sorgo y frijol e introdujo los términos de Período húmedo (**PH**) y canícula agronómica (**CA**).





**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



PROBLEMÁTICA

- **Periodo Húmedo.** Es el periodo del año en días donde la lluvia satisface las condiciones de humedad del suelo requeridas para la siembra y germinación, desarrollo vegetativo, floración, fructificación y madurez fisiológica de los cultivos. El inicio del PH considera que en esa fecha el suelo ya cuenta con humedad suficiente para que se realice la siembra y se presente la germinación o para plantar los cultivos frutales o especies perennes. El fin del PH ocurre cinco días después de cuando se suspende la lluvia. Un año seco es aquel donde no existe el PH o bien, si éste es menor o igual a 45 días.
- **Canícula Agronómica.** Considera analizar simultáneamente la precipitación diaria, para definir el inicio y fin de la estación lluviosa e inicio del Periodo Húmedo (PH), la frecuencia, el inicio, fin y duración de la canícula en días, la intensidad en grados día de desarrollo y unidades fototérmicas, para los cultivos involucrados, la lámina de lluvia acumulada durante este periodo y la lámina acumulada que demandan las condiciones del climáticas (ETP) y su déficit (ETP-PPT) acumulado, la intensidad de la radiación solar y los cultivos establecidos; así como los días después de la siembra y la etapa de desarrollo en la que se encuentra cuando se presenta la canícula. La duración e intensidad de la CA definen el grado de severidad en la afectación del rendimiento.



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Materiales y métodos

Selección del área de estudio.

Obtener la información del sitio, clima, suelo y cultivo.

Cálculo de índices e indicadores para determinar el Periodo Húmedo y la canícula Agronómica.



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Selección del área de estudio.

Estación	Clave	Latitud (grados)	Longitud (grados)	Altitud (msnm)	PPT (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)
NEXPA	17038	18.52	-99.145	800	730.9	32.57	17.54
ZACATEPEC (OBS)	17042	18.65	-99.183	918	881.2	33.69	15.45
CUERNAVACA	17004	18.92	-99.234	1510	1308.95	26.74	16.17
TRES CUMBRES	17022	19.04	-99.258	2639	1980.69	18.57	5.04
PROGRESO IMTA		18.88	-99.159	1372	1224.1		

Se seleccionó la Cuenca del Río Apatlaco perteneciente a la Región Hidrológica administrativa del Río Balsas y conformada por una pequeña porción de territorio de la Ciudad de México en la parte norte y otra pequeña porción en la parte norponiente de estado de México, pero la mayor superficie está localizada dentro del estado de Morelos ya que cuenta con 659 Km² y representa el 13.29% de la superficie estatal. En esta cuenca es la más poblada del estado por lo tanto es de las más contaminadas y afectadas por la actividad humana y el calentamiento global.



IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Obtener la información del sitio, clima, suelo y cultivo.

- Se seleccionaron **cuatro estaciones** alineadas longitudinalmente, pero ubicadas a diferente altitud y latitud que son: Nexpa, Zacatepec, Cuernavaca y Tres Cumbres en el estado de Morelos. Todas cuentan con datos diarios de precipitación y temperatura del periodo **1951 a 2010** (60 años), de la base de datos existentes en el CLICOM.
- **Suelo.** Vertisol, textura arcillosa y profundidad de 80 cm sobre lecho basáltico; con Pendiente del 8%, la capacidad de almacenaje del suelo (CAS) mínima es igual a 100 mm.



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Obtener la información del sitio, clima, suelo y cultivo.

- **Cultivo.** Para dar seguimiento al cultivo de maíz en la localidad del Copalar, Yautepec, Morelos ($18^{\circ} 51' 09''$ lat. Norte, $- 99^{\circ} 06' 03''$ Long. Oeste y altitud 1169 msnm), variedad “mexicano de junio” de ciclo intermedio (140 días) plenamente adaptado a la zona, requiere temperaturas superiores a los 10°C y menores de los 40°C con un óptimo de 28 a 32°C , una lámina neta de 550 mm y no cuenta con modelo fenológico solo con los requerimientos de 1700 Grados Día de Desarrollo base10, desde la siembra la madurez fisiológica.
- **Labores culturales y de manejo del cultivo.** Antes de la siembra se dio un cruce de rastra el 06 de julio de 2018. La siembra se realizó el día 23 de junio, dos días después aplicar glifosato contra la maleza. La germinación se presentó el 28 de junio y las primeras hojas verdaderas el 01 de julio. Se realizó la primera escarda mecánica (remoción 10 cm de suelo) el 13 de julio. Aplicación de urea el 08 de agosto y el aporque el 10 de agosto mediante el cultivo con tracción animal. Se presentó la etapa de hoja bandera el 23 de agosto (Foto 2) y la Floración plena el 31 agosto y 15 de septiembre el grano lechoso. Ultima etapa verificada.



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Cálculo de índices e indicadores para determinar el PH y la CA

Índices o indicadores		
Inicio del PH (fecha)	PPT CA promedio mm	Promedio GDD2 del PH
Inicio de CA (fecha)	Número de años secos (No hay periodo húmedo o ≤ 45 días)	Promedio UFoto2
Fin de la CA (fecha)	Años húmedos (Período Húmedo= >45 Días)	Fotoperiodo promedio CA (horas)
Duración de la CA (días)	Promedio T max °C	Brillo solar estimado n (horas)
Número de años con CA	Promedio T min °C	Radiación global Rg estimada mm
Fin PH (fecha)	Promedio T med °C	Radiación neta estimada Rn en mm
Duración PH (días)	Promedio Tmax del PH °C	Evaporación estimada Ev mm
PPT promedio anual (mm)	Promedio Tmin del PH °C	Evapotranspiración potencial ETP estimada mm
PPT (May - Oct) promedio	Promedio Tmed del PH °C	Déficit hídrico (ETP - PPT) de CA
PPT (PH) promedio mm	Promedio GDD2 (Tb = 10°C)	



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Resultados



IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



De los índices e indicadores calculados

ESTACIÓN	NEXPA	ZACATEPEC	CUERNAVACA	TRES CUMBRES	PROMEDIO
Inicio del PH (fecha)	30-jun	20-jun	13-jun	10-jun	19-jun
Inicio de CA (fecha)	17-jul	06-jul	10-jul	03-jul	09-jul
Fin de la CA (fecha)	06-ago	24-jul	27-jul	17-jul	26-jul
Duración de la CA (días)	21	17	16	14	17 días
Número de años con CA	56	59	49	21	46 días
Fin PH (fecha)	09-sep	29-sep	03-oct	10-oct	28-sep
Duración PH (días)	72	101	112	124	102 días
PPT promedio anual (mm)	730.9	881.02	1308.95	1980.69	1225.39
PPT (May - Oct) promedio	694.61	838.74	1240.98	1855.82	1157.54
PPT (PH) promedio mm	403.49	630.31	1027.76	1665.3	931.72
PPT CA promedio mm	93.54	109.32	165.23	227.37	148.87
Número de años secos (No hay periodo húmedo o ≤ 45 días)	15	1	0	0	4 años
Años húmedos (Período Húmedo= >45 Días)	45	59	60	60	56 años
Promedio T max °C	32.57	33.69	26.74	18.57	27.89
Promedio T min °C	17.81	16.02	15.45	4.92	13.55
Promedio T med °C	25.2	24.85	21.1	11.73	20.72
Promedio Tmax del PH °C	29.04	32.61	25.69	17.73	26.27
Promedio Tmin del PH °C	18.68	18.75	16.62	7.05	15.28
Promedio Tmed del PH °C	23.82	25.68	21.16	12.4	20.77
Promedio GDD2 (Tb = 10°C)	14.95	14.85	11.1	1.73	10.66
Promedio GDD2 del PH	14.51	15.68	11.16	2.38	10.93
Promedio UFoto2	181.7	179.76	134.25	22.38	129.52
Fotoperíodo promedio CA (horas)	12.89	13.03	12.98	13.08	12.99
Brillo solar estimado n (horas)	6.82	6.72	6.4	5.12	6.27
Radiación global Rg estimada mm	188.97	151.98	140.96	110.88	148.20
Radiación neta estimada Rn en mm	186.36	136.85	126.88	99.68	137.44
Evaporación estimada Ev mm	186.36	136.85	126.88	99.68	137.44
Evapotranspiración potencial ETP estimada mm	136.14	122.36	114.3	85.5	114.58
Déficit hídrico (ETP - PPT) de CA	42.6	13.04	-50.93	-141.87	-34.29

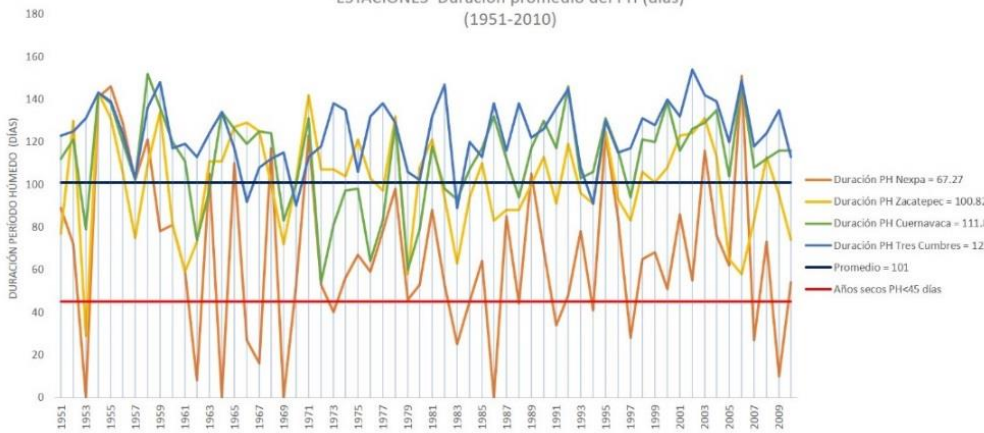


IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.

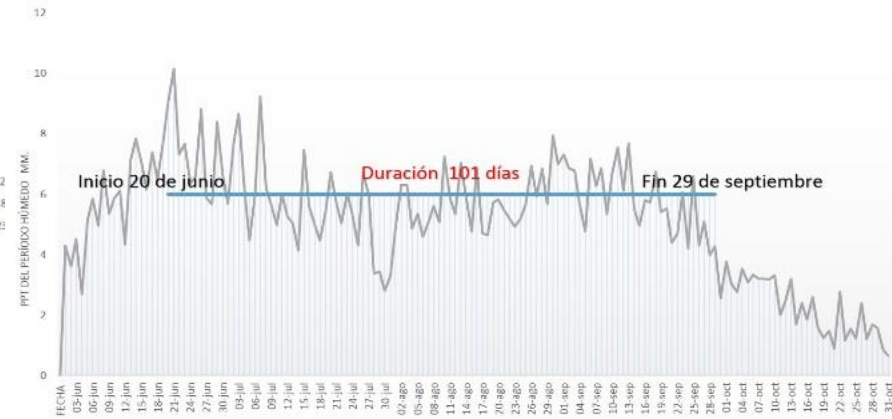


Del Periodo Húmedo (PH) y la Canícula Agronómica (CA)

ESTACIONES Duración promedio del PH (días)
(1951-2010)



ESTACIÓN ZACATEPEC Inicio, fin y duración del PH (días)



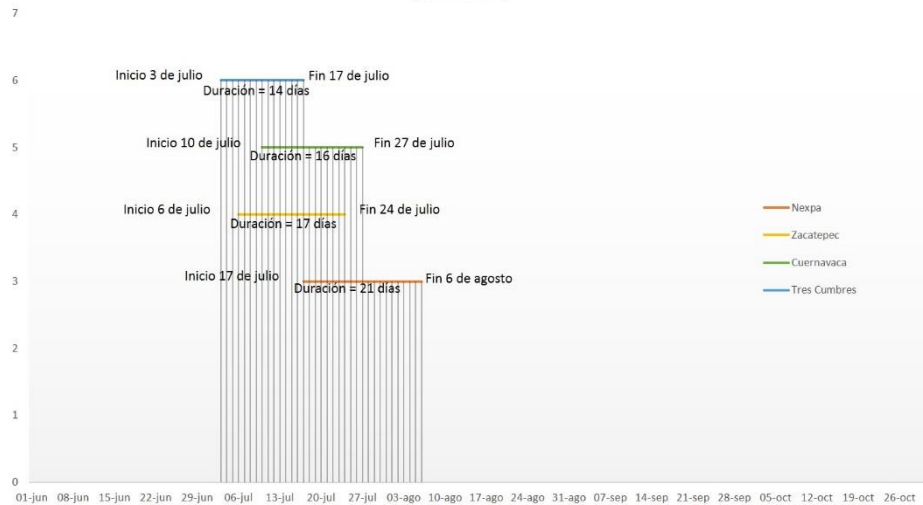


**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.

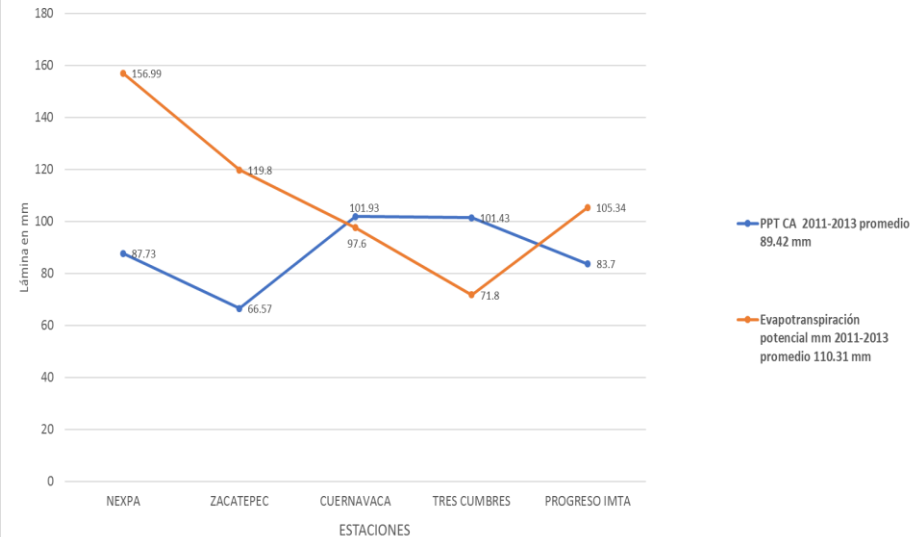


Del Periodo Húmedo (PH) y la Canícula Agronómica (CA)

ESTACIONES Inicio, fin y duración de la Canícula (días)
(1951-2010)



Balance: ETP y PPT de la CA de la Cuenca del Río Apatlaco





**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Seguimiento al cultivo





IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Conclusiones

- Se aplicó satisfactoriamente la metodología para determinar el PH y la CA en todas las estaciones estudiadas.
- Las temperaturas, la precipitación, la radiación, la evaporación y la ETo y los índices e indicadores agroclimáticos calculados con estas variables de entrada, dependen de la ubicación de la estación, en mayor grado por la altura y el relieve.
- En la Cuenca de Río Apatlaco el inicio de la temporada de lluvias se presenta en la segunda semana de junio y el periodo húmedo inicia normalmente una semana después y coincide con la fecha elegida por los productores para iniciar la siembra de cultivos de temporal.
- La duración del PH dura casi cuatro meses y en ese periodo en promedio de la precipitación es suficiente para satisfacer en cantidad de agua requerida por los cultivos, pero no satisface la oportunidad ya en la mayoría de los años dentro del periodo lluvioso se presenta la sequía intraestival o canícula con una duración promedio de 17 días, con un déficit hídrico promedio de 28 mm . A pesar de ser más larga en la zona media y baja del estado de Morelos, se compensa en parte porque los suelos generalmente son profundos y de textura fina .



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Conclusiones

- Afortunadamente la sequía en la Cuenca del Río Apatlaco en la mayoría de los años se presenta en primera o segunda etapa de desarrollo de los cultivos y no en el periodo crítico de floración y llenado de grano por lo que el grado de severidad se considera media, reduciendo hasta el 20% del rendimiento. El PH termina el 3 de octubre y con ello la duración del PH de 105 días. La frecuencia de años secos en promedio es muy baja (menos del 5%).
- La cantidad de lámina precipitada en promedio supera los requerimientos de los cultivos estudiados, desafortunadamente, la cantidad de agua no asegura una buena distribución durante el ciclo del cultivo.
- A futuro se considera realizar la determinación probabilística de todas las variables de entrada, así como el cálculo de indicadores e índices agrometeorológicos ya que hace falta determinar en términos de probabilidad de ocurrencia los valores de las variables, las fechas en DJ, la duración, la intensidad y eventos de manejo y prácticas agronómicas como la siembra, cosecha etc. que intervienen en la determinación del periodo húmedo y la canícula agronómica.

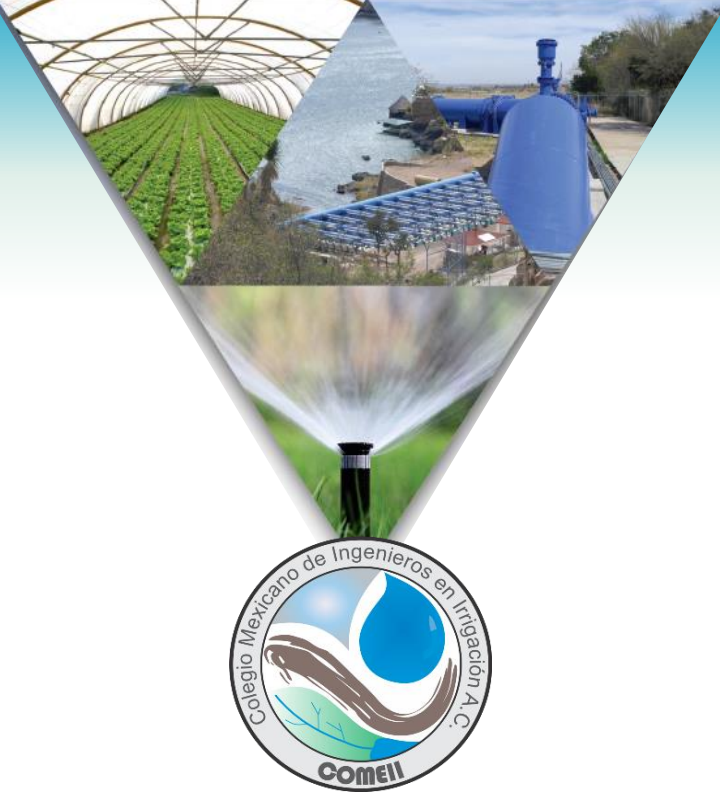


**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Seguimiento al cultivo





Gracias

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
Coordinación de Riego y Drenaje. Paseo
Cuauhnáhuac 8532. Col. Progreso. C.P.
62550. Jiutepec, Morelos.

ramiro@tlaloc.imta.mx – 7773293657



SEDRAE
SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL
Y AGROEMPRESARIAL

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inirap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES



AMERD
ASOCIACIÓN MEXICANA DE EMPRESAS DE RIEGO Y DRENAJE, S.C.



SM GEODIM
MODELOS DE INFORMACIÓN DE LA TIERRA