

## **La evaluación de la canícula en apoyo del análisis de cambio climático: zona centro de Veracruz**

CERVANTES-PEREZ, Juan, LOPEZ-BADILLO, Carlos & HERNANDEZ-LOPEZ, Carlos

J. Cervantes, C. López y C. Hernández

Universidad Veracruzana  
jcervantes@uv.mx

J. Tepetla, C. Pulido (eds.) *Educación Ambiental desde la Innovación, la Transdisciplinariedad e Interculturalidad*, Tópicos Selectos de Educación Ambiental-©ECORFAN-Veracruz, 2015.

## Introducción

Meteorológicamente se define a la canícula, sequía de medio verano o veranillo, como la disminución de la precipitación en la temporada de lluvias; es un fenómeno que afecta una gran parte del país y su intensidad varía en la zona de afectación (Mosiño y García, 1974; Reyna 1990) (figura 1).

Por otra parte, hay dos definiciones de cambio climático que son mayormente utilizadas en el ámbito científico y operacional (Vázquez, 2010):

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático define el cambio climático como un “cambio en el clima que es atribuible directa o indirectamente a las actividades humanas, que altera la composición de la atmósfera planetaria y que se observa en periodos de tiempo comparables, en forma adicional a la variabilidad climática natural”

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático define el cambio climático como “cualquier cambio en el clima producido durante el transcurso del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o a la actividad humana”

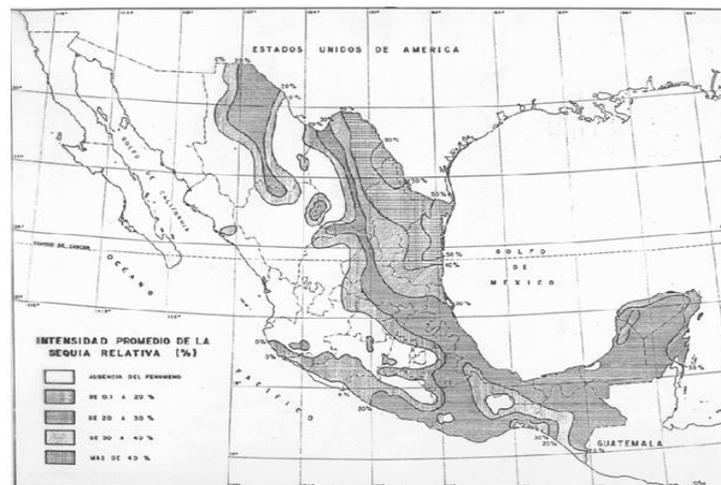
Destacan en ambas definiciones el término tiempo (cronológico desde luego), por lo que existen algunas formas que son recomendadas para la localización del cambio climático en las que la variable es planteada a través del tiempo, las cuales son (Oliver, 1972):

Tendencia climática: aquí se observa que la variable tiene cambios caracterizados por incrementos o decrementos monótonos suaves de los valores, sobre un periodo dado.

Discontinuidad climática: la variable en este punto tiene un cambio que es ligeramente abrupto o permanente durante el periodo de estudio.

Fluctuación climática: comprende una forma de cambio sistemático. Este es tratado en términos de oscilación o vacilación climática.

**Figura 1** Distribución e intensidad promedio de la Canícula o sequía relativa en la República Mexicana (Reyna, 1990)



Oscilación climática: comprende una fluctuación en la cual la variable tiende a moverse gradual y suavemente entre el valor máximo y mínimo. Esto contrasta con: Vacilación climática: donde la variable tiende a residir alrededor de valores promedio e irregulares, desde uno a otro intervalo regular o irregular.

Ritmo climático: este puede ser aplicado a oscilación o vacilación, tal y como ocurre en lo sucesivo para la máxima y la mínima, sobre periodos de tiempo iguales.

Periodicidad: describe el ritmo que tiene un intervalo de tiempo constante entre la máxima y la mínima.

De estas formas, la tendencia climática es una de las más usadas y corroborada con pruebas no paramétricas como la de Mann-Kendall (Nasrallah et al., 1990).

Bajo estos tres conceptos (canícula, cambio climático y tendencia), se hace un muy breve análisis del posible impacto del cambio de la precipitación en la zona central del Estado de Veracruz, a través del cambio que ha presentado la canícula en las cuatro localidades consideradas en el estudio.

## **Objetivo**

Con lo anteriormente expuesto, el objetivo es proponer el uso de la evaluación de la canícula como un elemento de apoyo en el análisis del cambio climático, para ello se toma como caso de estudio la zona centro del Estado de Veracruz.

## **Método**

Se eligieron 4 localidades de la zona centro del Estado de Veracruz con registros de precipitación de al menos 30 años y con la mayor continuidad posible, pero que además están en un gradiente altitudinal intenso al pasar desde el nivel del mar a más de 2400 m de altitud, éstas fueron: Veracruz, Xalapa, Perote y Tembladeras, todas ubicadas en el Estado de Veracruz.

De acuerdo Vázquez (2010) el primer paso para el análisis de la existencia o no de cambio climático es determinar la homogeneidad de la serie de tiempo de la variable a analizar, en este caso la precipitación. Para ello se usó el software RHtest, cuya función es detectar puntos de cambios. La homogeneidad de las series climáticas es factor determinante al momento de interpretar cambios climáticos, al tiempo donde ocurre alguna no-homogeneidad se le denomina “punto de cambio”, éstos pueden ser documentados o no (puntos de cambio sin documentar; PCSD), que en algunos casos pueden ser atribuibles a cambios climáticos (Hernández, 2006).

El mismo software (desarrollado por Wang y Yang, 2007), con el fin de encontrar inhomogeneidades en las series, ajusta las series inhomogéneas a través de un modelo de regresión de dos fases, lo que permite realizar el análisis de cambio climático de la serie ajustada.

Una vez ajustadas las series, el análisis de cambio climático se hizo a través del análisis de tendencia, donde el ajuste de cambio es a través de una recta, cuya pendiente señala la intensidad del cambio, ya sea positivo (aumento) o negativo (decremento) (Vázquez, 2010).

Determinada la existencia de cambio climático por tendencia en cada una de las localidades, se procedió a calcular la intensidad de la canícula en períodos de 30 años mediante el procedimiento propuesto por Mosiño y García (1974), esto como una primera aproximación, debido a que originalmente se trabajó con climogramas ombrotérmicos, como opción de apoyo para analizar el cambio climático en la zona.

## Resultados

En la tabla 1 se muestran las coordenadas y periodo de precipitación analizado que, como se observa, no fue coincidente para las localidades y con mayor registro para Veracruz y Xalapa; mientras que la figura 2 muestra la ubicación de las localidades consideradas en este estudio.

Las figuras 3 a 6 muestran las series de tiempo de precipitación media mensual de Veracruz, Xalapa, Tembladeras y Perote, homoginizadas y con la recta de ajuste. La prueba de Mann- Kendall dio como resultado que los cambios en las 4 localidades son significativos (hay tendencia de cambio climático). La pendiente de las rectas de ajuste por su parte, señalan cambio positivo (aumento) en Veracruz, Tembladeras y Perote, mientras que el cambio en Xalapa es negativo (decremento).

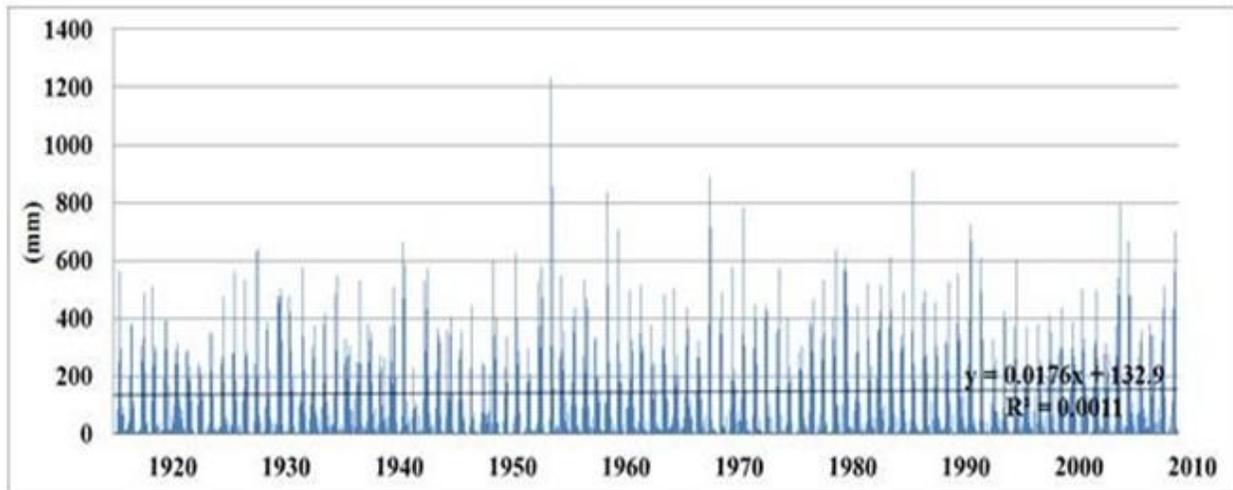
**Tabla 1** Coordenadas y periodo de análisis de las localidades utilizadas en el estudio.

<u>Localidad</u>	<u>Latitud N</u>	<u>Longitud W</u>	<u>Altitud msnm</u>	<u>Período</u>
Veracruz	19°12'00"	96°08'00"	10	1911-2010
Xalapa	19°32'00"	96°55'00"	1460	1911-2010
Tembladeras	19°25'00"	97°01'00"	2,320	1961-2010
Perote	19°34'00"	97°15'00"	2400	1961-2010

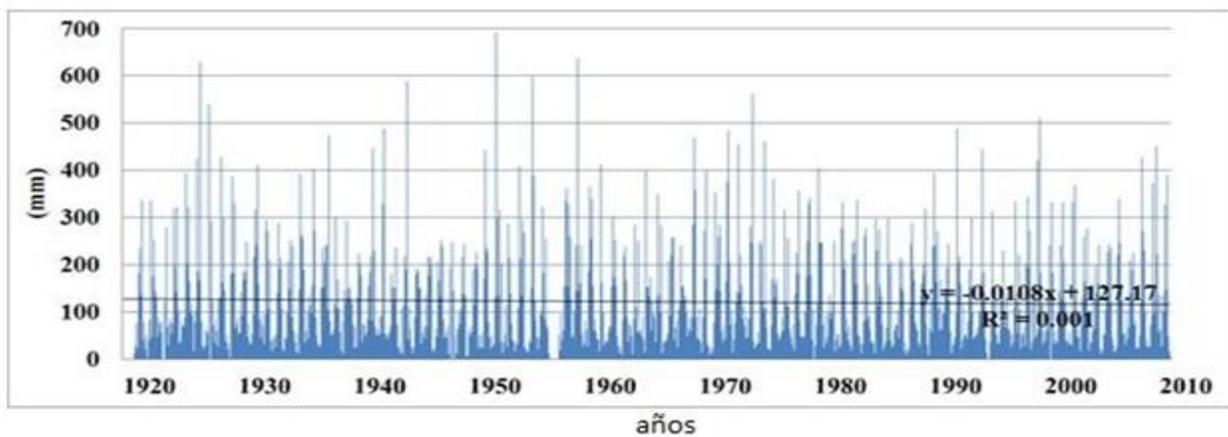
**Figura 2** Ubicación de las localidades utilizadas en el estudio



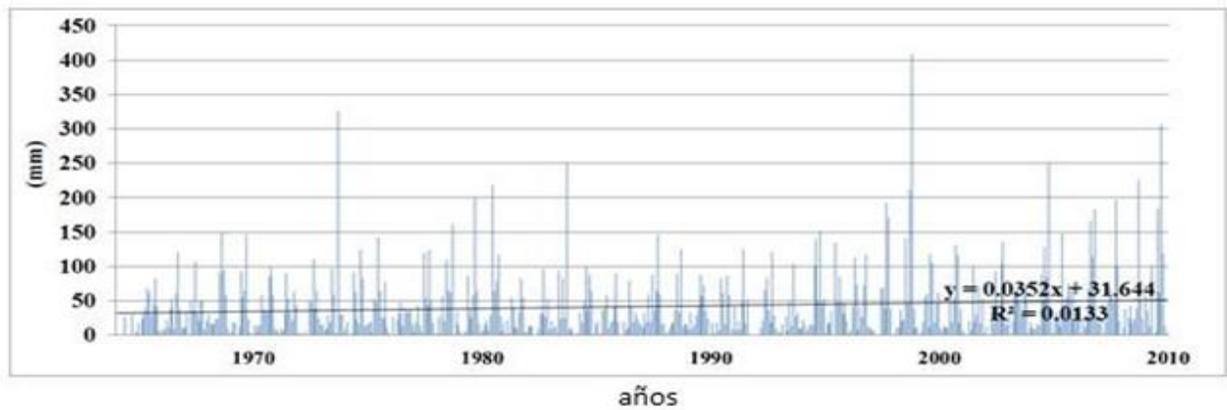
**Figura 3** Serie de precipitación media mensual homogeneizada con recta de ajuste de tendencia de Veracruz.



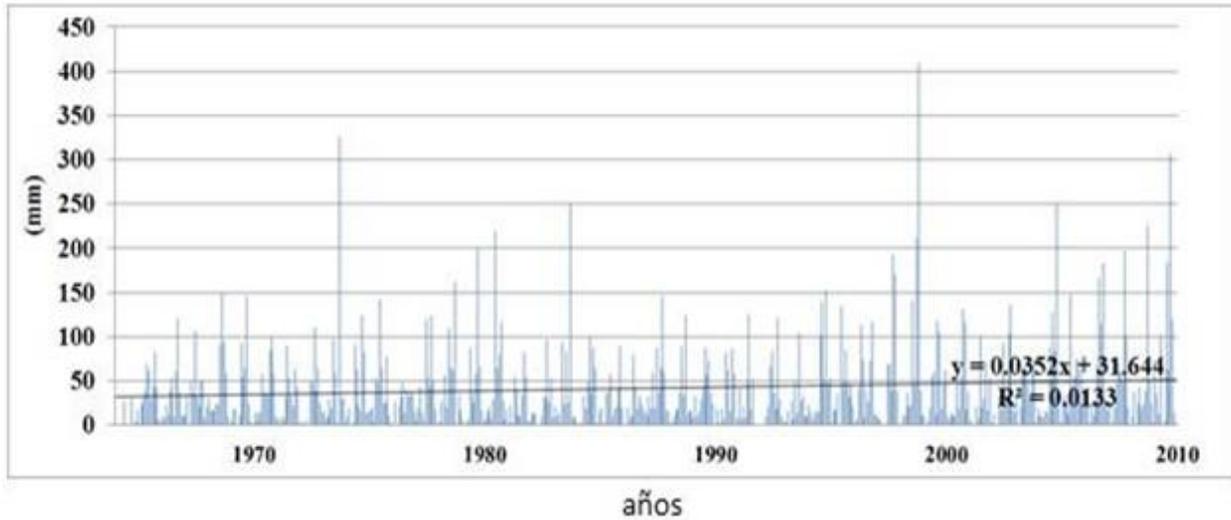
**Figura 4** Serie de precipitación media mensual homogeneizada con recta de ajuste de tendencia de Xalapa, Ver.



**Figura 5** Serie de precipitación media mensual homogeneizada con recta de ajuste de tendencia de Tembladeras, Ver.



**Figura 6** Serie de precipitación media mensual homogeneizada con recta de ajuste de tendencia de Perote, Ver.



La tabla 2 muestra las intensidades de cambio tanto de la precipitación media como la máxima mensual en las localidades analizadas. Como se observa, las mayores intensidades de cambio ocurren en las estaciones a mayor altitud (Tembladeras y Perote), donde además la intensidad de cambio fue la misma.

La precipitación máxima mensual presentó un comportamiento similar a la precipitación media mensual. Cambios significativos positivos en las mismas localidades y negativo en Xalapa, con las mayores intensidades de cambio en las localidades más altas.

Con relación a la canícula, la tabla 3 muestra los valores de la misma en los diferentes periodos de 30 años para cada una de las localidades, obtenidos con el procedimiento propuesto por Mosiño y García (1974).

La figura 7 muestra los climogramas y la canícula de Veracruz para periodos de 30 años entre 1911 y 2010. Como se observa, en los tres últimos periodos este fenómeno ya no aparece.

Por su parte, la figura 8 muestra los climogramas y la canícula para periodos de 30 años en el mismo periodo, pero para Xalapa. Como se observa, en este caso, el fenómeno se presenta en todos los periodos analizados.

Como se observa en la tabla 3, los valores de la canícula, muestran los siguientes aspectos: Veracruz: el fenómeno desaparece en los últimos tres periodos

Xalapa: El fenómeno muestra un ligero aumento en su valor en los periodos 1951-1980, 1961-1990 y 1971-2000.

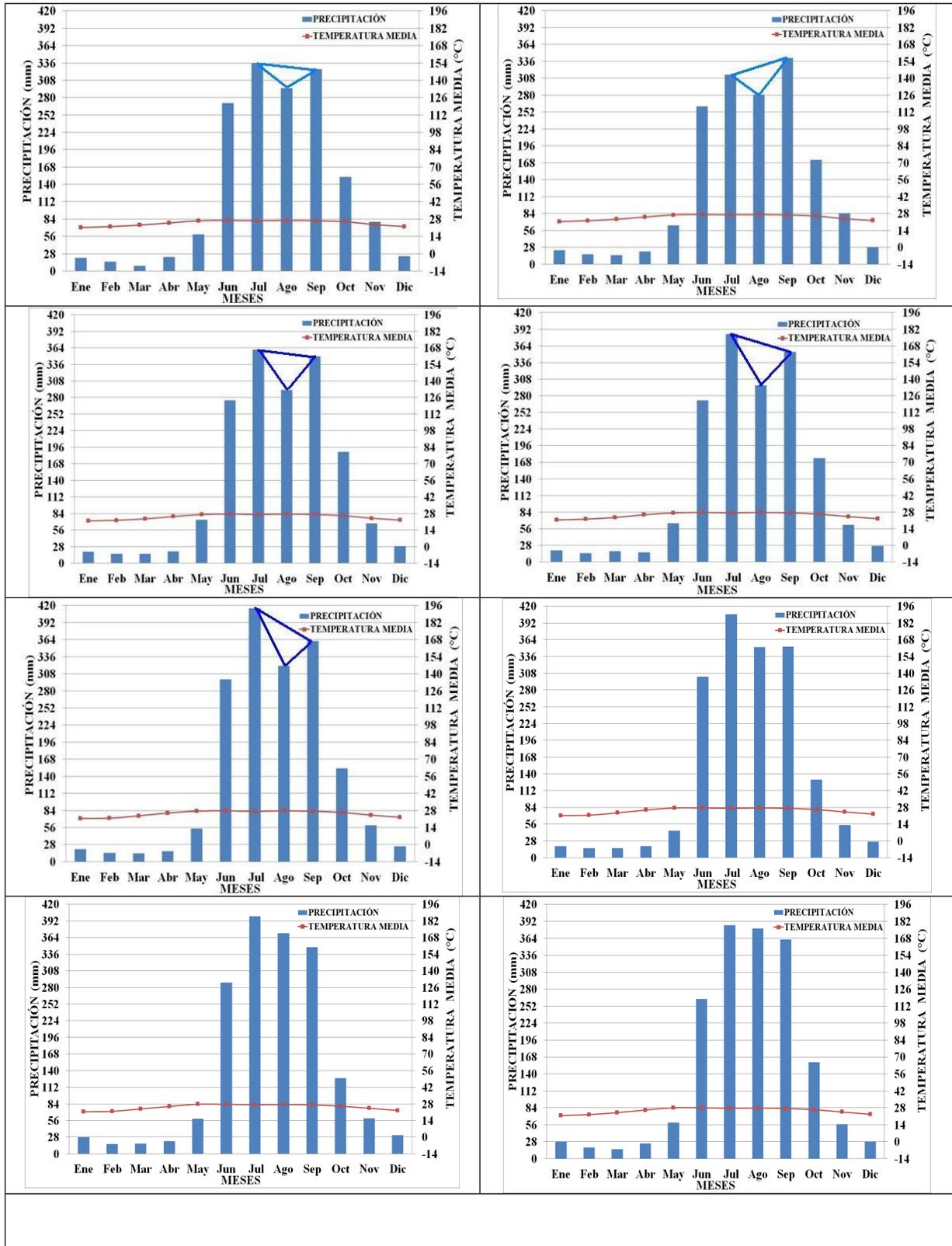
**Tabla 2** Tendencia e intensidades de cambio en la precipitación media y máxima de las localidades analizadas

	<u>Precipitación media mensual</u>		<u>Precipitación máxima mensual</u>	
	<u>Tendencia</u>	<u>Intensidad (mm/periodo)</u>	<u>Tendencia</u>	<u>Intensidad</u>
<u>Veracruz</u>	<u>Aumento</u>	0.02	<u>Aumento</u>	0.005
<u>Xalapa</u>	<u>Decremento</u>	-0.01	<u>Decremento</u>	-0.003
<u>Perote</u>	<u>Aumento</u>	0.04	<u>Aumento</u>	0.020
<u>Tembladeras</u>	<u>Aumento</u>	0.04	<u>Aumento</u>	0.020

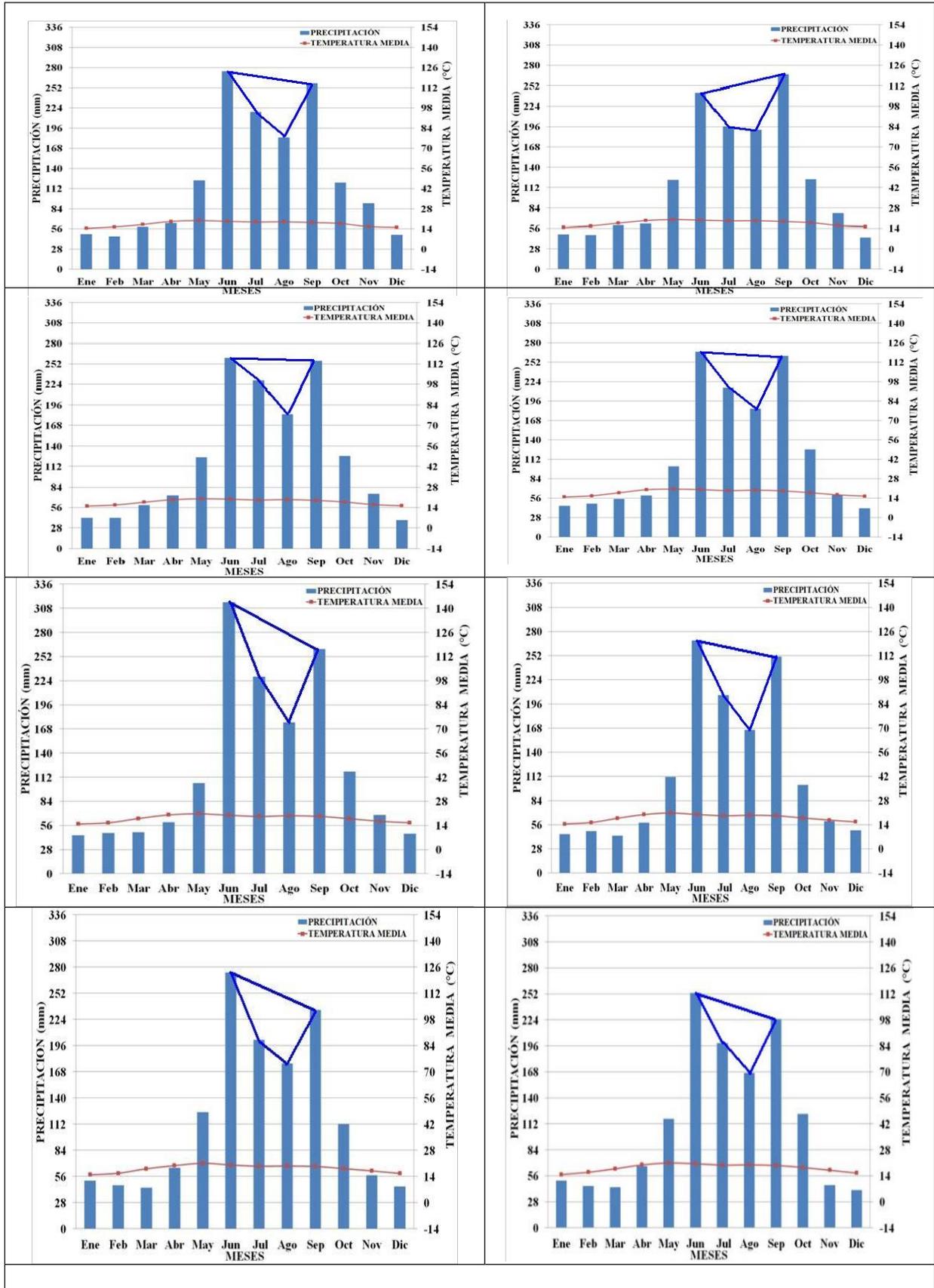
Tabla 3. Valores de la canícula en periodos de 30 años.

<u>Periodo</u>	<u>Veracruz</u>	<u>Xalapa</u>	<u>Tembladeras</u>	<u>Perote</u>
1911-1940	14.1	11.8		
1921-1950	12.3	11.4		
1931-1960	14.8	9.0		
1941-1970	15.0	11.4		
1951-1980	15.1	14.6		
1961-1990	No hay	13.7	27.7	21.9
1971-2000	No hay	12.0	No hay	27.5
1981-2010	No hay	10.2	No hay	14.9

**Figura 7** Climogramas y canícula en periodos de 30 años para Veracruz a partir de 1911. Los tres últimos periodos no registran presencia de canícula.



**Figura 8** Climogramas y canícula en periodos de 30 años para Xalapa a partir de 1911.



Tembladeras: El fenómeno desaparece en los dos últimos periodos.

Perote: el fenómeno disminuye de manera significativa en el último periodo.

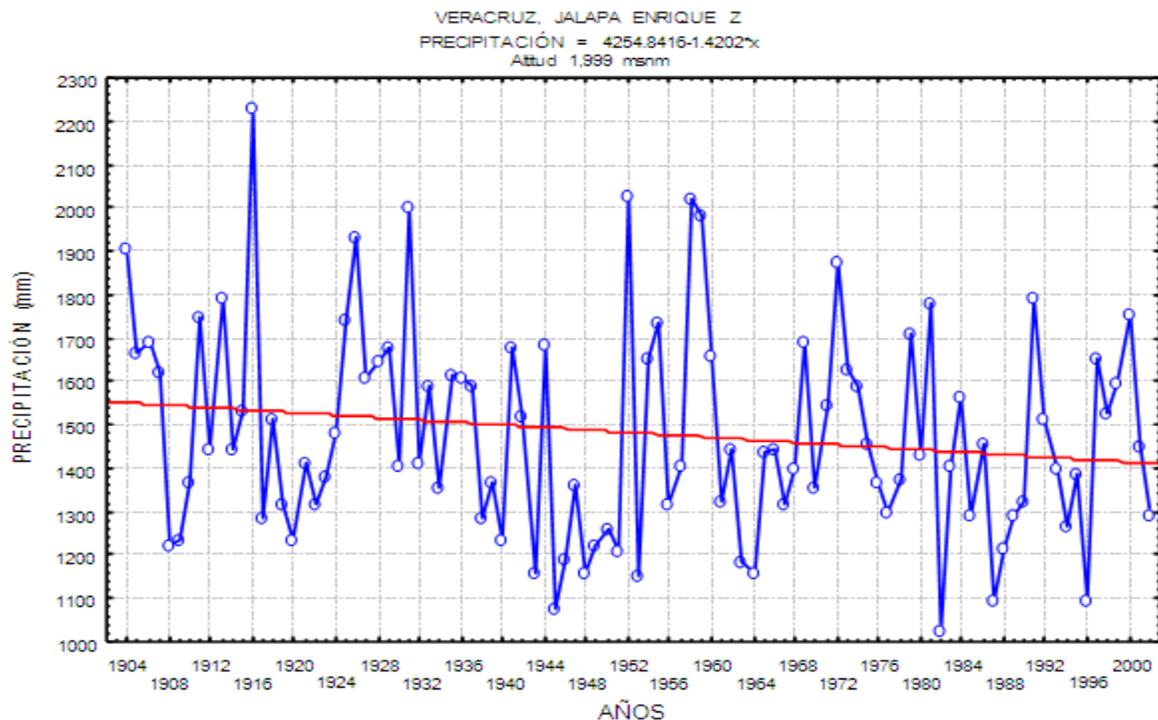
Es importante recordar que las tendencias de la precipitación en Veracruz, Tembladeras y Perote son al aumento, y con mayor intensidad en las dos últimas localidades donde desaparece y disminuye de forma significativa el fenómeno; mientras que para Xalapa la tendencia de la precipitación es a la disminución, y el valor de la canícula muestra una ligera tendencia al aumento.

## Discusión

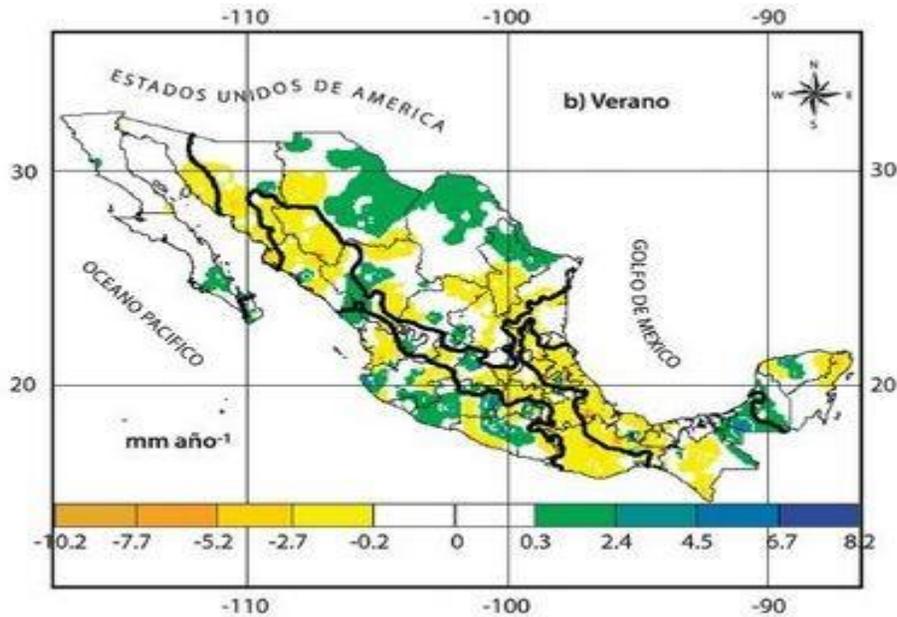
Los resultados aquí mostrados en cuanto a tendencia de la precipitación, son coincidentes con los obtenidos en otros trabajos como Cervantes (2006), Méndez et al. (2008), Vázquez (2008) y Barradas et al. (2010). Las intensidades del cambio en la precipitación varía en cada uno de los trabajos mencionados en el orden de décimas, como ejemplo se presenta en la figura 9, el resultado obtenido por Cervantes (2006).

En particular, en el trabajo de Méndez et al. (2008) hicieron un análisis estacional de la tendencia de la precipitación, aunque lamentablemente para el periodo de verano solo considera los meses de junio, julio y agosto (figura 10), lo que no permite un análisis comparativo total con el periodo en el cual se presenta la canícula.

**Figura 9** Tendencia de la precipitación en Xalapa, obtenida por Cervantes (2006)



**Figura 10** Tendencia de la precipitación en las regiones del país de acuerdo a Méndez et al. (2008) para el periodo de verano: junio, julio y agosto.



Por su parte, el análisis de Vázquez (2008) fue por temporadas, donde consideró las mostradas en la tabla 4. Los resultados de Vázquez (2008) en cuanto a tendencia de la precipitación anual para Xalapa y Perote se presentan en la tabla 5, donde se observa la tendencia negativa y positiva respectivamente.

**Tabla 4** Periodos utilizados para las diferentes estaciones del estado de Veracruz y Puebla (Vázquez, 2008).

Temporada	Meses
Anual	
Seco-Frío	Diciembre-enero-febrero
Cálido-Seco	Marzo-abril-mayo
Cálido-Húmedo	Junio-julio-agosto-septiembre
Transición	Octubre-noviembre

**Tabla 5** Resultados obtenidos de la prueba de Mann-Kendall a los datos de precipitación anual (Vázquez, 2008).

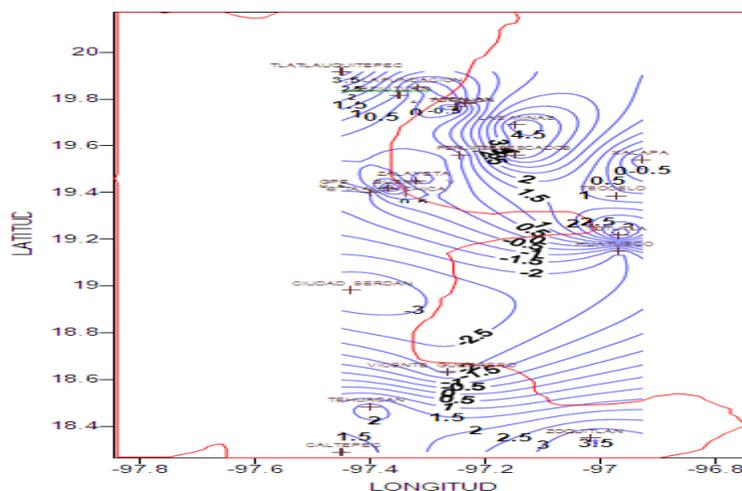
Localidad	Pendiente de Recta	T-	Tg	Tendencia
Xalapa	-1.173	-0.06	0.15	T-
Perote	1.854	0.15	0.22	T+

Los resultados de tendencia para la temporada cálida-seca, que comprende el período de la canícula, se muestran en la tabla 6. Como se observa, la tendencia se mantiene negativa y positiva para Xalapa y Perote, en esta temporada. La figura 11 muestra la distribución de isolíneas de tendencia para el periodo mencionado, como se observa, el núcleo de tendencia negativa de Xalapa contrasta en gran manera con el núcleo de tendencia positiva de la zona de las Minas.

**Tabla 6** Resultados obtenidos de la prueba de Mann-Kendall a los datos de precipitación para el periodo cálido-húmedo (junio-septiembre) (Vázquez, 2008).

Localidad	Pendiente de Recta	T-Precipitación	Tg	Tendencia
Xalapa	-0.489	-0.01	0.15	T-
Perote	0.307	0.05	0.22	T+

**Figura 11** Isolíneas de tendencia de la precipitación para el periodo cálido-húmedo (mm/año) (Vázquez, 2008)



## Conclusiones

El análisis de la tendencia de la precipitación en la zona centro del Estado de Veracruz, tanto por este como por otros estudios, marcó cambios significativos en la misma, señalando tendencia al aumento en la parte baja (Veracruz) y alta (Tembladeras y Perote) y disminución en la parte media (Xalapa). Esta tendencia se mantiene en la temporada de lluvias que incluye los meses de junio a septiembre y que es cuando se presenta el fenómeno de la canícula o sequía intraestival.

La canícula, fenómeno consistente en la disminución de la precipitación en la temporada de lluvias, presentó una disminución en su intensidad tanto en la parte baja como alta, incluso llegando a desaparecer en la parte baja. En la parte media mostró un ligero aumento en el periodo analizado. Tal comportamiento coincide con las tendencias de la precipitación al aumento (al menos en la parte alta) y a la disminución (parte media).

Lo anterior señala que se debe analizar con mayor detalle el impacto que puede estar teniendo la tendencia de la precipitación en la canícula, cuyo comportamiento es un indicativo del efecto del cambio climático, al menos en la precipitación de la zona media del Estado de Veracruz.

## Referencias

- Barradas, V. L., J. Cervantes-Pérez, R. Ramos-Palacios y P. Vázquez-Rodríguez, 2010. Meso-scale climate change in the central mountain region of Veracruz State, Mexico. Capítulo 56 del libro Tropical Montane Cloud Forest. ISBN 978-0-521-76035-5. L.A. Bruinjzeel, F.N. Scatena y L. S. Hamilton (Editores). Cambridge University Press. Pp 549- 556. ISBN 978-0-521-76035-5.
- Cervantes, F., 2006. Regionalización y tendencia de la precipitación en la región hidrológica-administrativa x golfo-centro. Tesis de Licenciatura en Ciencias Atmosféricas. Fac. de Instrumentación Electrónica de la Universidad Veracruzana. 60 hp.
- Hernández, F., 2006. Régimen Análisis de la Variabilidad Climática de Costa Ecuatoriana Durante el Periodo 1949-2004. Tesis de grado, previo para obtener título de Oceanógrafa. 77 pp.
- Méndez-González, J., José de Jesús Návar-Cháidez y Vladimir González Ontiveros. 2008. Análisis de tendencias de precipitación (1920–2004) en México. Investigaciones Geográficas. 65:32-36
- Mosiño, P. y E. García, 1974. The Climate of Mexico. En Word Survey of Climatology. Vol. 11.
- Nasrallah, H. A., Brazel y R. C., Balling Jr., 1990: Analysis of the Kuwait city urban heat island. Int. Journal of Climatology 10 (401-405).
- Oliver, J., 1972. Climate and Man's Environment An Introduction to Applied Climatology. Pp. 517.
- Reyna, T., 1990. Estudios climáticos y sus posibles aplicaciones en México. Memoria de la Reunión Análisis de la Problemática del Agua y sus Perspectivas para la Modernización de su uso en la Agricultura de Guanajuato. Celaya, Gto. 46-57.
- Vázquez, J. L., 2010. Guía para el Cálculo y Uso de Índices de Cambio Climático en México. SEMARNAT-INECC-Embajada Británica en México-Universidad Iberoamericana-CRU- University of East Anglia. Desarrollada en el marco del Proyecto "Fortalecimiento de capacidades en detección de cambio climático en México". 88 pp.

Vázquez, P. 2008. Análisis de las tendencias de la precipitación y la niebla de la zona montañosa central de Veracruz. Tesis de Licenciatura en Ciencias Atmosféricas. Fac. de Instrumentación Electrónica de la Universidad Veracruzana. 85 hp.

Wang, X. L. y Y. Feng, 2007. RhtestV2. User Manual, disponible on-line en: <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDI/software.shtml> (consultada 08/2014).