

*Estudio retrospectivo para mostrar la tendencia
de la precipitación pluvial en la región sureste
del estado de Nayarit*

*Estudo retrospectivo para mostrar a tendência da
precipitação pluvial na região sudeste do estado Nayarit*

*Retrospective study to show the trend of the storm rainfall in
the southeast region of the Nayarit state*

Erika Imelda García Ramírez
Instituto Tecnológico del Sur de Nayarit
grei8@hotmail.com

Pedro Aguiar García
Universidad Autónoma de Nayarit
pagarcia291@hotmail.com

Víctor Manuel Toledo Ramírez
Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores “Matatipac”
toledoeth@hotmail.com

Resumen

Las variaciones climáticas se han abordado a través de estudios a nivel global y local; se han encontrado alteraciones en las lluvias, las cuales se presentan en forma temprana, tardía o con interrupciones durante el ciclo. El objetivo de la investigación fue evaluar la tendencia en las tasas de precipitación pluvial (TPP) en las estaciones de monitoreo pluviométrico de la región sureste del estado de Nayarit durante el periodo 1981-2009. Fueron seleccionadas cuatro estaciones meteorológicas de la región sureste que contaban por lo menos con 20 años de registros meteorológicos. Los datos faltantes se calcularon por el método de curvas doble masa, se realizó un análisis de tendencia de las series de tiempo en el software estadístico Minitab, del cual se obtuvieron las gráficas y las pendientes de las rectas que permitieron observar el comportamiento de las TPP. Se observó un incremento en los meses de agosto, septiembre y octubre, frente a enero y mayo en los que se registró un decremento, sin embargo, el mes de julio continuó siendo el más lluvioso. Las TPP muestran una

tendencia al incremento, principalmente en los meses de agosto, septiembre y octubre, lo que podría interpretarse como una consecuencia del cambio climático.

Palabras clave: Tendencia de precipitación; Variaciones climáticas; Tasas de Precipitación Pluvial (TPP); Nayarit.

Resumo

As variações climáticas têm sido abordadas por meio de estudos a nível global e local, e foram encontradas alterações na precipitação que se manifestam de forma precoce, tardia, ou com interrupções durante o ciclo. O objetivo da pesquisa foi avaliar a Tendência das Taxas de Precipitação (TPP) em estações de monitoramento de chuvas na região sudeste do estado de Nayarit, durante o período 1981-2009. Foram selecionadas quatro estações meteorológicas na região sudeste que tinham pelo menos 20 anos de registros meteorológicos. Os dados faltantes foram calculados pelo método de curvas duplas de massa, uma análise de tendência de séries temporais no *software* estatístico Minitab, por meio do qual foram obtidos gráficos e as variantes que nos permitiram observar o comportamento da TPP. Observou-se um aumento da precipitação nos meses de agosto, setembro e outubro. Em contraste, registrou-se uma redução de chuvas de janeiro a maio, contudo, o mês de julho continuou sendo o mais chuvoso. O TPP mostram uma tendência no aumento de precipitação, especialmente nos meses de agosto, setembro e outubro, o que poderia ser interpretado como uma consequência das alterações climáticas.

Palavras-chave: Tendência na precipitação; Variações climáticas; Taxas de Precipitação Pluvial (TPP); Nayarit.

Abstract

Climatic variations have been addressed with studies at global and local levels, and changes were found in precipitation that has happened at an early stage, or later, or with interruptions during its cycle. The objective of the research was to evaluate the Trends of Rainfall Rates (TPP) in rainfall monitoring stations in the southeastern region of the State of Nayarit, during the period of 1981-2009. Four weather stations were selected in the Southeast which had held at least 20 years of weather records. Missing data was calculated by the mass double curves method, an analysis of trends in terms of time series by using the statistical Minitab software, which provided graphics and variants that allowed to observe the behavior a regional TPP. It was observed that there was an increase in rainfall in the months of August, September and October. In contrast, there was a reduction of rainfall from January to May, however, the month of July remained the most rainy one. The TPP shows a trend in increased precipitation, especially in the months of August, September and October, which could be interpreted as a result of a climate change.

Keywords: Trends in precipitation; Climate change; Rain Precipitation rates (TPP); Nayarit.

Introducción

Durante varias décadas, muchos análisis del cambio climático global fueron enfocados sobre cambios en valores medios usando datos de temperatura y precipitación, vg Jone y Moberg citados por Alexander *et al.* (2006, p. 2). La Comisión para Climatología (CCI) de la Organización Meteorológica Mundial, el Programa de Investigación Climática Mundial (WCRP *por sus siglas en Inglés*), el Proyecto sobre Variabilidad y

Predictibilidad Climática (CLIVAR), el Grupo de Expertos sobre Cambio Climático Detección, Monitoreo e Índices (ETCCDMI), coordinaron esfuerzos para permitir un análisis global de valores extremos, uno de los resultados de esos esfuerzos fué el desarrollo de un conjunto de índices de cambio climático derivados de datos de temperatura y precipitación diaria (ALEXANDER *et al.* 2006, p. 2).

Se ha observado que el comportamiento del clima es un fenómeno difícil de estudiar, una manera de abordarlo es a través de la recopilación y estudio estadístico de datos a nivel global y local, de esta forma se obtienen diagnósticos y luego pronósticos (VELASCO 2007, p. 2; VELÁSQUEZ *et al.* 2010, p. 480). Algunos investigadores recomiendan realizar estudios sobre la tendencia de variables climáticas para demostrar la existencia de un cambio climático, lo que han encontrado en varias partes del mundo, son evidentes alteraciones en las tendencias de lluvia (MÉNDEZ *et al.* 2008, p. 39).

En Australia fueron registrados datos diarios de temperatura y precipitación, se analizaron por ajuste y fórmula exacta utilizando software especial (ALEXANDER *et al.*, 2006, p 1). Datos de lluvia diaria máxima de nueve regiones climatológicas en Reino Unido, registrados desde el periodo 1961 hasta el 2000 fueron utilizadas para construir curvas de eventos de lluvia para largos periodos de retorno (FOWLER & KILSBY 2003, p. 1313). Registros de lluvia diaria de 22 estaciones de alta calidad localizadas en el pacífico sur fueron analizados sobre el periodo común de 1961-2000, para evaluar si eventos de lluvia extrema han alterado su frecuencia o magnitud. Notablemente, todos los cambios bruscos en el índice de intensidad de precipitación extrema ocurrieron a finales de los setentas o principios de los ochentas (GRIFFITHS *et al.* 2003, p. 847).

En Argentina, evaluaron la variación temporal de precipitación en el sistema Serrano de Ventania, localizado en la provincia de Buenos Aires. Para ello seleccionaron 6 estaciones meteorológicas y analizaron la tendencia y comportamiento de la precipitación media mensual; encontraron que a partir del año 1970 los meses con mayor registro de precipitación son marzo y noviembre, mientras que junio es el que menor registro presentó; la precipitación media anual presentó una ligera tendencia al decremento (DELGADO 2009, p. 71-72).

Las alteraciones en los patrones de temperatura y precipitación ocasionan modificaciones en las variables del balance hidrológico de forma no-lineal que afectan el factor de disponibilidad de agua. Las altas temperaturas producen también, una alta evapotranspiración, las cuales hacen que disminuya la humedad en el suelo A mayor aumento de temperatura, menor la humedad

residual en el suelo durante los meses secos, principalmente en los de invierno. (MAGAÑA 2006, p.15).

En México se analizaron los registros pluviométricos diarios provenientes de 789 estaciones climatológicas localizadas en todo el país, fueron seleccionadas aquellas estaciones que mostraron consistencia anual, interanual y mensual; encontraron cambios considerables en las tendencias en los registros de precipitación entre los años 1920-2004, observaron un incremento en las tasas de precipitación en zonas áridas y semiáridas y un decremento en la zona Centro y en el Golfo de México, el verano es la época del año que presenta mayor número de estaciones climatológicas con variaciones, 11.3 % presentaron tendencia al incremento y 11.9% mostraron tendencia a disminuir (MÉNDEZ *et al.* 2008, p. 40).

La precipitación pluvial es un parámetro importante para la producción agropecuaria temporal, es por ello que en el Pacífico Mexicano se llevó a cabo una investigación utilizando la información de 10 estaciones meteorológicas; se analizaron las tasas de precipitación media anual y se encontró que en la Vertiente del Pacífico Mexicano existe una reducción en las tasas de precipitación que oscila entre el 4 y el 43%, lo que se verá reflejado en sequías, sólo en las latitudes altas se aprecia un incremento en la precipitación anual (GARCÍA & NORIEGA 2007, p. 4). Anteriormente la estacionalidad de las lluvias era constante, sin embargo recientemente en algunos años, las lluvias se presentan en forma temprana, tardía o con interrupciones durante el ciclo, afectando los cultivos (GRANADOS 2008, p. 286).

En Nayarit también se han manifestado los efectos del cambio climático, pues recientemente se han tenido pérdidas en cultivos entre ellos el frijol, lo que los productores atribuyen al cambio climático, con vientos y lluvias que se presentan fuera de tiempo (VILLEGAS 2011, p. 1). En la zona serrana de El Nayar se registraron grandes pérdidas en el cultivo de maíz, lo cual generó desabasto de alimentos y una migración de la población indígena a la capital nayarita (AGUIRRE 2012, p. 1).

En Nayarit, se ha observado durante los últimos años una gran variabilidad en la precipitación pluvial, sin embargo, no se ha llevado a cabo un análisis del comportamiento de ésta que permita evaluar su tendencia para prever posibles efectos en la producción agrícola de la zona.

El objetivo del presente estudio fue evaluar las tendencias en las tasas de precipitación pluvial (TPP) en las estaciones de monitoreo pluviométrico de la región sureste del estado de Nayarit, durante el periodo 1981-2009.

Materiales y métodos.

El estudio se llevó a cabo en la región sureste de Nayarit, la cual es una zona de estudio, se encuentra con cierto retraso económico y con posibilidades de mejorar en la ganadería, agricultura y turismo. Cuenta con una gran diversidad geográfica, biológica y cultural (Gobierno del Estado de Nayarit 2005, p 2). A continuación se presenta información detallada de los municipios en estudio:

Ahuacatlán es un municipio localizado entre los paralelos 20°55' y 21°11' de latitud norte; los meridianos 104°24' y 104°44' de longitud oeste; altitud entre 400 y 2100 m. Limita al norte con los municipios de San Pedro Lagunillas, Santa María del Oro y Jala; al este con los municipios de Jala, Ixtlán del Río y Amatlán de Cañas; al sur con el municipio de Amatlán de Cañas y el estado de Jalisco; al oeste con el estado de Jalisco y el municipio de San Pedro Lagunillas. Ocupa el 1.78% de la superficie del estado y cuenta con una población total de 14 114 habitantes. Su relieve se encuentra caracterizado por: Sierra alta compleja (52.52%), Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (21.13%), Llanura aluvial de piso rocoso o cementado (14.79%), Lomerío de basalto con llanuras (4.92%), Valle de laderas tendidas (4.35%), Lomerío de basalto (1.05%), Sierra volcánica de laderas tendidas (0.77%), Meseta basáltica con cañadas (0.44%), Meseta típica (0.02%) y Lomerío de aluvión antiguo con cañadas (0.01%). Su principal río es el Ameca, que sirve de límite con el estado de Jalisco; además, el río Ahuacatlán que cruza la cabecera municipal. También se encuentran los arroyos: Tetitlán, Chiltes, Agua Caliente, el Ermitaño y las Minas. Predomina el clima Cálido subhúmedo con lluvias en verano, el rango de temperatura oscila entre 16 y 24°C y la precipitación pluvial se encuentra entre 700 y 1 500 mm. El 21.45% de su territorio es utilizado para la agricultura, el 0.60 es zona urbana, el 48.52% selva, el 14.88% bosque y un 14.45% pastizal (INEGI 2009, p. 2-3).

Amatlán de Cañas se encuentra localizado entre los paralelos 20°36' y 21°00' de latitud norte; los meridianos 104°14' y 104°38' de longitud oeste; altitud entre 500 y 2300 m. Colinda al norte con los municipios de Ahuacatlán e Ixtlán del Río; al este con el municipio de Ixtlán del Río y el estado de Jalisco; al sur con el estado de Jalisco; al oeste con el estado de Jalisco y el municipio de Ahuacatlán. Representa el 1.87% de la superficie del estado y cuenta con una población total de 10 392 habitantes. Su relieve está conformado por: Sierra alta compleja (34.11%), Lomerío de aluvión antiguo con cañadas (29.49%), Sierra volcánica de laderas tendidas (25.68%), Sierra volcánica de laderas escarpadas (4.28%), Valle de laderas tendidas (3.59%), Meseta basáltica con cañadas (2.66%) y Lomerío de tobas (0.19%). El municipio cuenta con el Río Ameca y el Río Atenguillo y Río Pijinto, además

de los arroyos: El Cacomite, El Rosario, El Taray, El Colimote, Mojarras, Molquecho, Cordoncillos, Los Charquitos, San Felipe, Los Otates, La Calera y El Zapote. Los climas predominantes son: Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media. Temperatura oscilante entre 16 y 24°C, mientras que la precipitación pluvial se encuentra entre 700 y 1 000 mm. Su territorio es utilizado en la siguiente forma: Agricultura (22.54%), Zona urbana (0.53%), Selva (45.42%), Bosque (28.46%), y Pastizal (2.96%) (INEGI 2009, p. 2-3).

Cacalután tiene una población de 355 habitantes, se encuentra a 900 metros de altitud, es una localidad perteneciente al municipio de Ixtlán del Río el cual se encuentra entre los paralelos 20°50' y 21°13' de latitud norte; los meridianos 104°12' y 104°28' de longitud oeste; altitud entre 400 y 2300 m. Colinda al norte con los municipios de Jala y La Yesca; al este con el municipio de La Yesca y el estado de Jalisco; al sur con el estado de Jalisco y el municipio de Amatlán de Cañas; al oeste con los municipios de Amatlán de Cañas, Ahuacatlán y Jala. Ocupa el 1.78% de la superficie del estado, con una población total de 25 713 habitantes. Su relieve se encuentra distribuido en la siguiente forma: Cañón típico (26.94%), Sierra volcánica de laderas tendidas (19.39%), Sierra volcánica de laderas escarpadas (19.13%), Meseta basáltica con cañadas (14.37%), Sierra alta compleja (10.51%), Llanura aluvial de piso rocoso o cementado (8.64%), y Meseta típica (1.02%). El municipio cuenta con el Río Grande de Santiago y el Río Chico, así como los arroyos de temporal: El Cofradía, Los Limones, Los Sauces, Arroyo Verde, San Miguel, y El Pilareño. El clima predominante es Cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura oscilante entre los 18 y 26°C, precipitación pluvial entre 800 y 1000 mm. Su territorio es utilizado en la siguiente forma: Agricultura (11.43%), Zona urbana (1.43%), Bosque (37.51%), Selva (27.24%), y Pastizal (22.30%) (INEGI 2009, p. 2-3).

Para la selección de estaciones pluviométricas se tomaron en cuenta los siguientes criterios: Aquellas ubicadas dentro de la región sureste con la mayor cantidad de años (por lo menos 20) con registros meteorológicos, y más recientes. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), para la existencia de una buena red pluviométrica debiera existir, en terrenos montañosos, por lo menos un pluviómetro cada 25 km² y, en terrenos planos, uno cada 50 km² (PIZARRO 2003, p. 34).

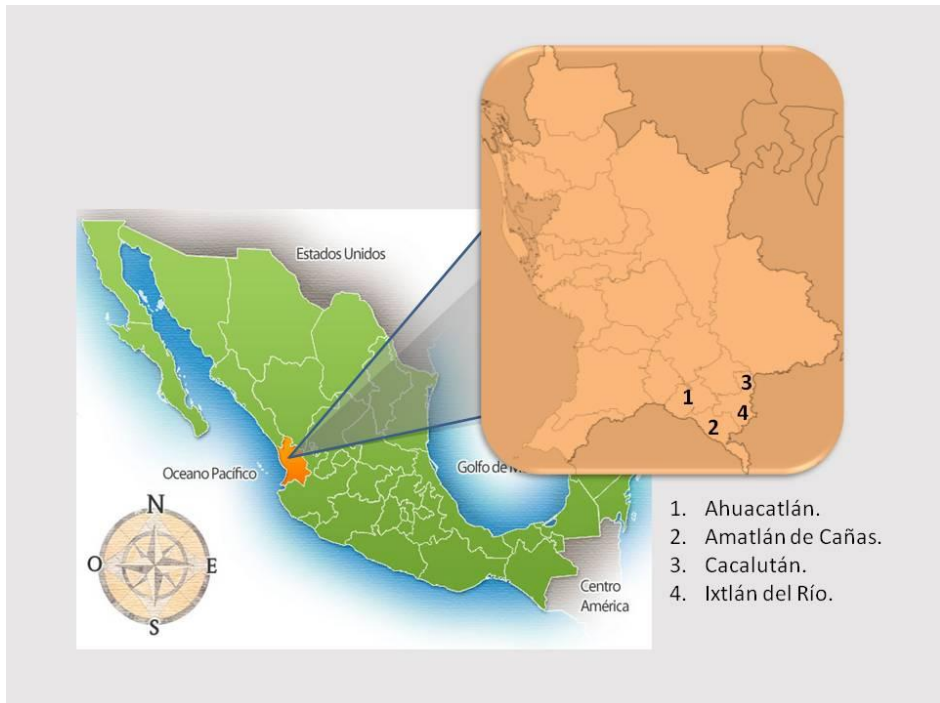


Figura 1. Situación geográfica de Nayarit y las estaciones pluviométricas en el sureste del estado.

Fuente: Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC III) y página <http://www.climanayarit.gob.mx>.¹

Los registros fueron clasificados por mes y año (Cuadro 1) para posteriormente realizar un análisis de tendencia de las series de tiempo en el software estadístico Minitab, del cual se obtuvieron las gráficas y las pendientes de las rectas, que permiten observar el comportamiento de la precipitación pluvial.

¹ Fueron seleccionadas las estaciones meteorológicas con la información más completa. Los datos analizados corresponden a valores mensuales, con su total anual por estación. El cálculo de los datos faltantes se realizó mediante el método de las Curvas Doble Acumuladas o Doble Masa (PIZARRO 2003, p. 34).

Cuadro 1: Ejemplo de clasificación de los registros de precipitación pluvial.

Cacalután													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total anual
1981	59.23	18.90	11.30	22.10	0.00	360.90	375.00	76.90	119.80	51.00	6.00	4.20	1105.34
1982	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	116.30	399.60	160.50	75.30	48.00	44.40	109.00	953.10
1983	23.20	5.00	1.20	0.00	107.50	3.60	371.90	256.80	162.00	23.50	4.90	0.00	959.60
1984	56.90	2.50	0.00	0.00	11.60	313.20	184.43	208.50	59.60	11.50	0.00	5.00	853.23
1985	12.10	0.00	0.00	0.00	0.00	303.05	265.70	48.20	186.70	22.10	4.00	8.50	850.35
1986	0.00	5.10	0.00	9.00	0.00	134.80	142.00	266.10	96.00	42.80	3.00	0.50	699.30
1987	23.00	66.50	0.00	0.00	20.00	176.00	489.10	427.20	78.00	90.00	0.00	6.00	1375.80
1988	0.00	0.00	4.50	0.00	0.00	399.00	315.30	235.50	102.50	28.00	0.00	0.00	1084.80
1989	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	121.00	278.00	270.00	158.00	8.00	21.00	48.00	904.00
1990	9.90	39.00	0.00	0.00	64.00	80.00	252.00	200.00	171.00	161.36	0.00	0.00	977.26
1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	172.00	244.00	152.00	95.00	20.00	15.00	43.00	741.00
1992	302.00	9.00	0.00	0.00	66.00	35.95	236.00	201.00	66.00	98.00	16.00	21.00	1050.95
1993	31.00	0.00	0.00	0.00	6.00	182.24	239.95	262.00	111.00	23.00	8.00	0.00	863.19
1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	195.00	207.00	281.00	184.00	65.00	74.00	0.00	1006.00
1995	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	125.00	183.00	203.00	117.00	0.00	0.00	12.00	643.00
1996	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	148.00	143.00	213.00	153.00	139.20	0.00	0.00	796.20
1997	63.00	18.00	22.00	29.00	38.50	131.00	168.00	136.20	212.50	72.20	21.70	0.00	912.10
1998	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00	460.00	517.00	225.00	139.00	0.00	0.00	1377.00
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	458.00	459.00	200.00	153.00	61.90	0.00	1.00	1332.90
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	95.00	242.80	154.50	141.50	113.50	72.00	0.00	0.00	819.30
2001	0.00	0.00	7.28	0.00	7.93	248.41	473.73	402.65	116.81	61.25	0.00	5.24	1323.29
2002	0.00	36.88	0.00	0.00	0.00	186.17	359.22	189.92	231.23	80.55	5.52	0.00	1089.50
2003	0.00	16.85	0.00	0.00	0.00	106.11	234.54	145.30	174.62	41.37	0.00	0.00	718.79
2004	58.37	0.00	24.67	2.31	4.41	324.78	206.45	256.56	343.31	67.11	0.00	0.00	1287.97
2005	2.00	43.00	2.50	0.00	0.00	24.50	270.20	142.40	147.50	108.10	0.00	0.60	740.80
2006	0.00	0.00	0.00	0.00	63.50	153.00	165.60	216.30	157.40	136.20	17.30	3.40	912.70
2007	24.10	10.80	0.00	0.00	0.30	221.30	172.70	238.50	125.70	2.20	0.00	0.20	795.60
2008	0.00	0.20	0.00	0.80	0.20	178.00	214.60	318.20	146.80	56.00	1.00	0.20	916.00
2009	0.00	0.20	0.00	0.00	24.80	224.60	220.60	194.00	101.00	71.80	23.20	63.60	923.80
Total mensual	664.81	271.93	73.45	63.21	512.74	5400.69	7885.13	6560.04	4183.26	1801.15	265.02	331.44	28012.88

Resultados

Con base en los datos analizados, se encontró que la localidad de Cacalután, tiene la cifra más alta de TPP anual, con un valor de 28012.88 mm anuales, seguida por los municipios de Ahuacatlán con 26453.37, Ixtlán del Río con 26015.20 y Amatlán de Cañas con 25549.17.

El mes de julio fue el más lluvioso en los municipios de Ahuacatlán, Amatlán de Cañas y la localidad de Cacalután, mientras que en Ixtlán del Río, el mes de agosto presenta mayor registro en las TPP. En Ahuacatlán, Cacalután e Ixtlán del Río el mes más seco fue abril, mientras que en Amatlán de Cañas fue marzo el que presenta menor registro de precipitación pluvial.

En el mes de mayo se observó la mayor tendencia al decremento en el municipio de Amatlán de Cañas (Fig. 1), correspondiente a 3.98 mm.año⁻¹, que representa una disminución de 39, 800 litros por hectárea. Por el contrario, en el mes de septiembre se observa la mayor tendencia al incremento en Ixtlán del Río, de 3.93 mm.año⁻¹ (Fig. 2), lo que corresponde a 39, 300 litros por hectárea.

Se observó que en algunos meses el comportamiento en los registros de precipitación pluvial fue variado entre las estaciones meteorológicas seleccionadas (Cuadro 2), a pesar de la cercanía entre los municipios estudiados, coincidiendo con lo mencionado por González & Meira (2009, p. 17) respecto a que el cambio climático tiene múltiples facetas y aumenta su complejidad al pasar de lo global a regional, subregional o local. Sin embargo en los meses de agosto, septiembre y octubre se observó tendencia al incremento en todas las estaciones meteorológicas, figuras.

Cuadro 2. Pendientes de las gráficas de tendencias: muestran incrementos o decrementos de precipitación pluvial (mm.año⁻¹)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Ahuacatlán	-0.8	+0.1	-0.05	-0.02	+0.4	+1.4	+0.2	+2.3	+1.5	+0.5	-0.5	-0.8	+5
Amatlán de Cañas	-0.84	-0.28	-0.02	-0.11	-3.98	+1.18	+0.65	+0.80	+3.64	+0.65	-1.2	-0.66	-0.19
Cacalután	-1.03	-0.07	+0.06	-0.14	-0.20	-0.39	-3.08	+1.56	+2.54	+1.43	-0.24	-0.59	-0.19
Ixtlán del Río	-1	-0.09	+0.09	+0.04	-0.08	+1.11	-0.57	+0.82	+3.93	+1.5	-0.54	-0.68	+4.51

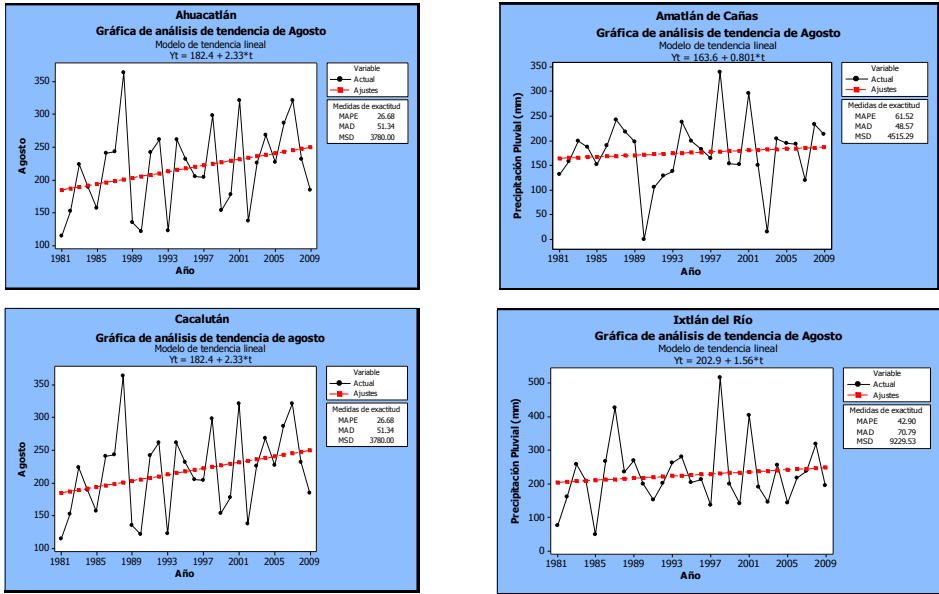


Figura 2. Conjunto de gráficas; tendencias de la precipitación pluvial en el mes de agosto.

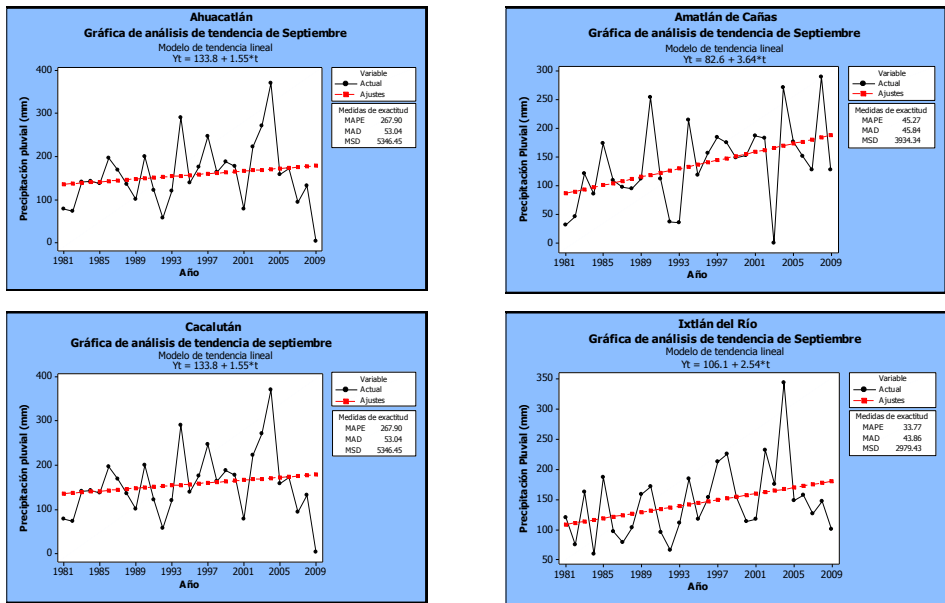


Figura 3. Conjunto de gráficas; tendencias de la precipitación pluvial en el mes de septiembre.

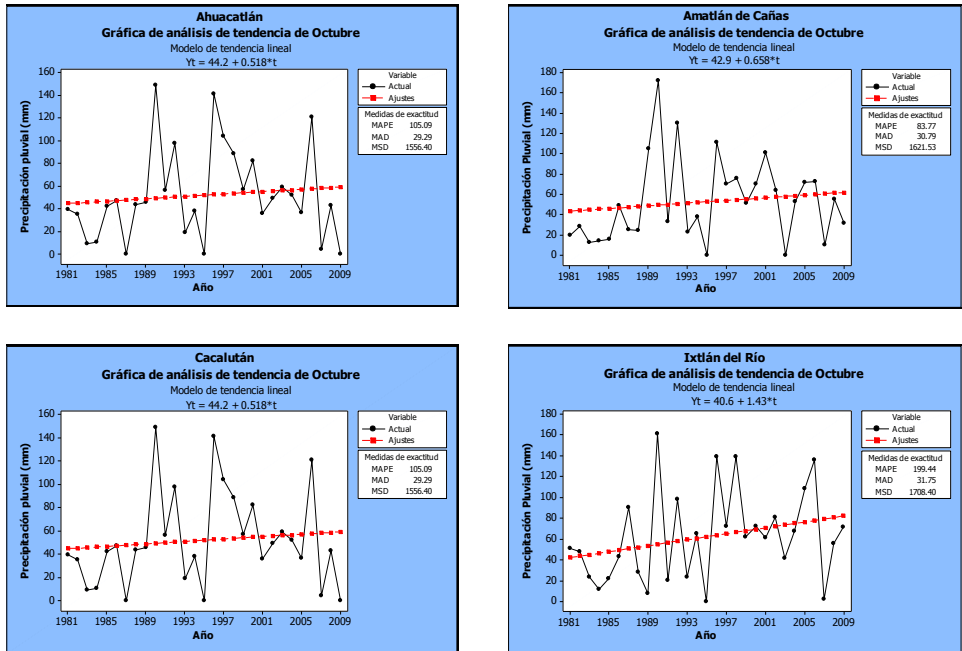


Figura 4. Conjunto de gráficas; tendencias de la precipitación pluvial en el mes de octubre.

Discusión

Se observó que el comportamiento en los registros de precipitación pluvial fue muy variado entre las estaciones meteorológicas seleccionadas, a pesar de la cercanía entre los municipios estudiados, concordando con lo mencionado por González y Meira (2009, p.17) respecto a que el cambio climático tiene múltiples facetas y aumenta su complejidad al pasar de lo global a regional, subregional o local.

Méndez *et al.* (2008, pp. 45, 48) en su estudio sobre las tendencias de precipitación en México, muestran a Nayarit con valores que van desde el decremento en 0.1 hasta el incremento en 0.1 $\text{mm}\cdot\text{año}^{-1}$ para los meses de marzo, abril y mayo, mientras que para el periodo de junio, julio y agosto se observa un decremento que oscila entre 0.2 y 2.7 $\text{mm}\cdot\text{año}^{-1}$, para los meses de septiembre, octubre y noviembre se observa un decremento de 0.7 hasta un incremento de 0.3 $\text{mm}\cdot\text{año}^{-1}$, mientras que en los meses de diciembre, enero y febrero se observa un decremento entre 0.9 y 0.1 $\text{mm}\cdot\text{año}^{-1}$.

Para la zona de estudio durante los meses de marzo, abril y mayo se observaron valores que van desde un decremento de 3.98 hasta un incremento

de $0.4 \text{ mm}\cdot\text{año}^{-1}$, para los meses de junio, julio y agosto el mayor decremento es 3.08, mientras que el incremento más pronunciado es de $2.3 \text{ mm}\cdot\text{año}^{-1}$, por el contrario, para los meses de septiembre, octubre y noviembre se observan decrementos de hasta 1.2 e incrementos hasta de $3.93 \text{ mm}\cdot\text{año}^{-1}$, para los meses de diciembre, enero y febrero se tienen valores desde -1.03 hasta $+0.1 \text{ mm}\cdot\text{año}^{-1}$. Se puede observar que el intervalo de los valores es más amplio en el presente estudio que en los reportados por Méndez *et al.* (2008, p 45, p. 48), lo cual pudiera ser porque en su estudio se promediaron los valores de todos los municipios del estado de Nayarit.

En un estudio realizado en la provincia de Tungurahua, Ecuador, Hunink *et al.* (2013, p. 32), reportan a marzo como el mes con mayor tendencia al decremento (-5.1), y a julio con la mayor tendencia al incremento (3.7), mientras que en el presente estudio el mes con mayor tendencia al decremento es mayo (-3.98) en el municipio de Amatlán de Cañas y el que presenta mayor tendencia al incremento es septiembre (3.93) en el municipio de Ixtlán del Río, las diferencias entre los dos estudios pudiera deberse a que se encuentran ubicados en diferentes coordenadas del continente.

Con base en la evaluación de las tendencias en las TPP en las estaciones de monitoreo pluviométrico de la región sureste del estado de Nayarit, realizada para el periodo 1981-2009 y apoyados en la hipótesis de que las TPP del periodo y la región referidos, muestran una tendencia de incremento, sobretodo, en los meses de agosto, septiembre y octubre, se encontró que el mes de julio tiene el mayor registro histórico de precipitación pluvial, no obstante, en la población de Cacalután se registró un decremento, por otra parte, el mes de agosto mostró una marcada tendencia a incrementar (fig. 2), seguido por los meses de septiembre (fig. 3) y octubre (fig. 4). En suma, el periodo más fuerte de lluvia tiende a desplazarse hacia los meses de agosto, septiembre y octubre, en contraste con la tendencia al decremento en los meses de enero y mayo, lo que podría significar una consecuencia del cambio climático.

Durante la realización del presente estudio se tuvieron como limitantes la carencia de datos en las estaciones meteorológicas, ninguna contaba con la información completa, la base de datos que se ofrece por parte del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) no se encuentra actualizada hasta el presente año y las estaciones meteorológicas que se incluyen en ella no coinciden en su totalidad con las registradas en la página www.climanayarit.gob.mx, además en ésta última no se encuentran los registros de por lo menos 20 años, que son los necesarios para aplicar la metodología. Este tipo de estudios también se podría aplicar para el caso de

inundaciones si las estaciones meteorológicas estuvieran equipadas con pluviógrafos.

Recomendaciones

Estos datos pueden ser útiles en la planeación de diversas actividades como las agropecuarias, industriales y de construcción, así como para la prevención de desastres.

Agradecimiento

Se agradece al Dr. Salvador Ruíz Bernés por su valioso apoyo en la utilización del software Minitab.

Referencias

Aguirre, V. Sequía merma salud de habitantes en El Nayar, Nayarit. **El Heraldo de Nayarit**. Tepic, p. 1, 3 de marzo de 2012. Consultado en: <http://www.oem.com.mx/eloccidental/notas/n2453085.htm>

Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Rupa Kumar, K., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., Vazquez-Aguirre, J. L. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research**. v. 111, p. 1-22, 2006. Consultado en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2005JD006290/pdf>

CLIMA NAYARIT. **Consulta de datos históricos**. Disponible en: <http://www.climanayarit.gob.mx/datoshisto.php>

INSTITUTO MEXICANO DE LA TECNOLOGÍA DEL AGUA. **Extractor Rápido de Información Climatológica v2 (ERICIII)**, 2009.

Delgado, M., Senisterra, G., Gaspari, F., Rodríguez, A., Besteiro, S. Variación del régimen pluviométrico en el sistema serrano del Suroeste Bonaerense, Argentina. **Revista Electrónica de la Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas**. n. 1, año 5, pp. 67-74, 2009. Consultado en:

http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Gestion%20riesgo%20desastres/2012/7%20nov/Cuencas_y_cambio_climatico_Revista_REDLACH_Diciembre_2009.

Fowler, H. J., Kilsby, C. G. A regional frequency analysis of united kingdom extreme Rainfall from 1961 to 2000, **International Journal Of Climatology**, n. 23, pp. 1313-1334, Reino Unido, 2003.

García, E., Noriega, G., Cruz, S. El Cambio Climatico Y Su Impacto En El Bosque De Niebla Del Pacífico Mexicano. En XVI Congreso Mexicano de Meteorología. **Memoria del Congreso**, pp. 1- 6, Veracruz, 2007.

GOBIERNO DEL ESTADO DE NAYARIT. **Plan estatal de desarrollo 2005-2011**: Nayarit desde sus regiones, región sur. p. 1-41, Tepic, 2005. Disponible en: http://www.seplan.gob.mx/des/ped/ped_nay_6_sur.pdf

González, E., Meira, P. Educación, comunicación y cambio climático: Resistencias para la acción social responsable. **Trayectorias**, v. 11, n. 29, p. 6-38, México, 2009.

Granados, R., Longar, M. Variabilidad pluvial, agricultura y marginación en el estado de Michoacán. **Análisis Económico**, núm. 54, vol. XXIII. p. 283-305, Azcapotzalco, 2008.

Griffiths, G. M., Salinger, M. J., Leleu, I. Trends in extreme daily rainfall across The South Pacific and relationship to The South Pacific Convergence Zone. **International Journal Of Climatology**, v. 23, pp. 847-869, 2003. Publicado en: www.interscience.wiley.com

Hunink, J., Immerzeel, W., Droogers, P. (2013). Análisis de Patrones Espaciales de Precipitación en la Provincia de Tungurahua. **Informe. FutureWater**, p. 1-43. Consultado en: http://www.futurewater.es/wp-content/uploads/2013/05/Precip_Tung_FW125.pdf

INEGI (2009). **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos**: Ahuacatlán, Nayarit. Clave geoestadística 18002, pp. 1-9, 2009.

INEGI (2009). **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos**: Amatlán de Cañas, Nayarit. Clave geoestadística 18003, pp. 1-9, 2009.

INEGI (2009). **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos**: Ixtlán del Río, Nayarit. Clave geoestadística 18006, pp. 1-9, 2009.

Magaña, V. Informe sobre escenarios futuros del sector agua en México bajo cambio climático para las climatologías del 2020, 2050 y 2080. **3ª Comunicación Nacional (México) sobre Cambio Climático**. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, pp. 1-34, México, 2006.

Méndez, J., Návar, J., González, V. Análisis de tendencias de precipitación (1920-2004) en México. **Investigaciones Geográficas**, n. 65, pp. 38-55, México, 2008.

Pizarro, R., Ramírez, C., Flores, J. Análisis comparativo de cinco métodos para la estimación de precipitaciones areales anuales en períodos extremos. **Bosque**, v. 4, n. 3, pp. 31-38, Chile, 2003.

Velasco, R. El cambio climático. **Tiempo laberinto**, n. 97, pp. 2-5, México, 2007. Consultado en:
http://www.ceaiu.uam.mx/difusion/casadeltiempo/97_feb_2007/casa_del_tiem_po_num97_02_05.pdf

Velásquez, M. A., Velásquez, J. J., Muñoz, J. A., Martínez, M. R., Oleschko, K., Sánchez, I., Figueroa, B. Invarianza temporal al escalado de series de tiempo con información pluviométrica diaria. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v.1, n. 4, pp. 479-492, México, 2010.

Villegas, L. Cambio climático afecta cultivos de frijol. **Periódico Express de Nayarit**. Tepic, p. 1, 20 de diciembre de 2011. Consultado en:
<http://www.periodicoexpress.com.mx/nota.php?id=255168>

Erika Imelda García Ramírez

Ingeniero Químico por el Instituto Tecnológico de Tepic (Nayarit, México).
Maestra en Ciencias Naturales y Biopsicosociales (C.N.B.P.S.) por el Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores Matatipac A.C. Tepic (Nayarit, México).
Dirección postal: Valle de San Juan 1207, Col. Valle de la Cruz, c. p. 63036, Tepic, Nayarit, México.
Email: grei8@hotmail.com

Pedro Aguiar García

Ingeniero Bioquímico por el Instituto Tecnológico de Tepic (Nayarit, México).
Maestro en Ciencias Área: Biotecnología, por la Universidad de Colima (México).
Dr. En Ciencias Naturales y Biopsicosociales (C.N.B.P.S.) por el Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores Matatipac A.C. Tepic (Nayarit, México).
Doctor Honoris Causa por el Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores Matatipac A.C. Tepic (Nayarit, México).
Dirección postal: Jazmines 95, Col. Lindavista, c.p. 63110, Tepic, Nayarit, México.
Email: pagarcia291@hotmail.com

Víctor Manuel Toledo Ramírez

Médico Cirujano y Homeópata por La Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía del Instituto Politécnico Nacional, México. Stagiaire a L'université de Bordeaux II, Bordeaux, Francia. Especialidad en Homeopatía por el Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores Matatipac A.C. Tepic (Nayarit, México).
Maestro en Ciencias Naturales y Biopsicosociales (C.N.B.P.S.) por el Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores Matatipac A.C. Tepic (Nayarit, México).

Doctor Honoris Causa por el Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores Matatipac
A.C. Tepic (Nayarit, México).
Dirección postal: Tokio 91 Col. Cd. Del Valle, c. p. 63157 Tepic, Nayarit. México.
Email: toledoeth@hotmail.com

Recebido para publicação em fevereiro de 2014
Aprovado para publicação em abril de 2014