

ISBN: 978-84-938046-4-0

TENDENCIAS DE LA PRECIPITACIÓN EN CANARIAS

Pablo MÁYER SUÁREZ¹, María Victoria MARZOL JAÉN² y Juan Manuel PARREÑO CASTELLANO¹

¹ Departamento de Geografía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. c/ Pérez del Toro, 1, 35003 Las Palmas de Gran Canaria. pmayer@dgeo.ulpgc.es; jparreno@dgeo.ulpgc.es

² Departamento de Geografía e Historia. Universidad de La Laguna. C/ Campus de Guajara, 38070 La Laguna. mmarzol@ull.es

RESUMEN

Con el objetivo de conocer cuáles son las tendencias de la precipitación anual y estacional en las Islas Canarias, y así saber la evolución que está teniendo el recurso del agua en este territorio, se aplica el test de Mann Kendall a 27 series de precipitación mensual. Previamente se analiza la homogeneidad de cada una de ellas aplicando el Standard Normal Homogeneity Test (SHNT). Los resultados indican que se ha producido un descenso significativo de la precipitación en las vertientes septentrionales de Tenerife y Gran Canaria, siendo más acusado entre los 400 y 1.500 m de altitud. La disminución de la precipitación más notable se ha producido en el otoño; por el contrario, la primavera presenta, en la mayoría de las series, tendencias positivas, aunque sin significación estadística. Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de disponer series pluviométricas largas en Canarias que mitiguen los efectos de la gran variabilidad interanual de la lluvia en los test estadísticos, así como aplicar índices de concentración que puedan caracterizar este rasgo de la precipitación.

Palabras clave: *tendencias de la precipitación, test de Mann-Kendall, SHNT, Islas Canarias.*

ABSTRACT

The aim of this work is to study the annual and seasonal precipitation trends in the Canary Islands by applying the Mann-Kendall test to 27 series of monthly precipitation, and thereby know what the evolution of the water resource in this territory. The homogeneity of each of the series were analysed beforehand by applying the Standard Normal Homogeneity Test (SNHT). The results show that there has been a significant decrease in precipitation in the northern slopes of islands of Tenerife and Gran Canary, and this decrease is most marked between 400 and 1,500 m altitude. The most significant decrease in precipitation has occurred in the autumn, on the other hand, there are positive tendencies in most of the series in the spring, although this is not statistically significant. The results obtained show the need to have long pluviometric series in the Canary Islands which mitigate the effects of the high inter-annual variability of the rainfall in the statistical tests as well as to apply concentration indexes which can characterize this feature of the precipitation.

Key words: *precipitation trend analysis, Mann-Kendall test, SHNT, Canary Islands.*

INTRODUCCIÓN

Recientemente el V Informe del IPCC (2013) muestra de manera real e inequívoca las señales de un cambio climático global. El informe realiza un exhaustivo análisis de las modificaciones térmicas producidas, y los indicios de cambios en la temperatura superficial del aire y de las capas medias y altas de la atmósfera, de los océanos, en los glaciares y en la salinidad de los océanos no tienen precedentes. Hay un 95% de probabilidad de que ese calentamiento, observado desde 1950, sea consecuencia de las actividades antrópicas. También se sabe que la respuesta del ciclo global del agua a este calentamiento a lo largo del siglo XXI no va a ser uniforme. El informe indica que en el peor de los escenarios, en el que no se reduzca la emisión de gases de efecto invernadero (Sendas Representativas de Concentración, RCP8,5 en las siglas en inglés) es probable que, para el final de este siglo, aumente la precipitación media anual en las latitudes altas y en el océano Pacífico ecuatorial y disminuya en muchas regiones secas de las latitudes medias y subtropicales. Sin embargo, más preocupante es la alta probabilidad que existe de que los fenómenos meteorológicos extremos se agudicen en la mayoría de las superficies emergidas situadas en latitudes medias y tropicales húmedas a medida que vaya aumentando la temperatura media global (IPCC, 2013).

En este contexto son múltiples los trabajos que, desde diversas perspectivas, tratan de averiguar las tendencias de la precipitación, tanto en sus valores medios anuales y estacionales como en los extremos y en las variaciones del número de días de lluvia. En el caso de España, los resultados difieren según los autores (Serrano et al., 1999; Del Río et al., 2011) ya que los primeros, concluyen que no existe una tendencia significativa en los totales anuales de precipitación mientras que los segundos señalan una disminución de la misma en los meses de febrero y junio, y un aumento en los de mayo, agosto, septiembre y octubre, aunque con bajos niveles de significación estadística. Otros estudios establecen diferencias espaciales entre el Norte de España, con tendencias positivas, y el Sur y Baleares con tendencias negativas, aunque sólo con significación estadística en el 85% de las series consideradas (Luna et al., 2012); entre las islas Baleares (Guijarro, 2001); a escala regional (Raso, 1996; Romero, 1988; Quereda et al., 2000; García, 2002; Guijarro, 2002; Saladié et al., 2002) o, incluso, centrados en una cuenca (Gil y López Bermúdez, 2011; Abaurrea et al., 2002; García-Marín, 2006). Es importante señalar los trabajos de Brunet et al. (2009) y Castro et al. (2005) porque apuntan que en las regiones subtropicales, como Canarias, no es fácil verificar el descenso de la precipitación debido a: (i) la complejidad de la distribución espacial de la precipitación tanto en su cuantía como en su concentración estacional y temporal y (ii) la elevada variabilidad temporal de la precipitación que obliga a disponer de series centenarias. En Canarias, García-Herrera et al. (2003) realizan un análisis de ocho estaciones pluviométricas con diferentes períodos temporales, cinco de ellas entre 1948 y 1998 y tres entre 1970 y 1998. Aplican el cálculo de tendencias de Karl y Knight (1998) y los resultados obtenidos evidencian una fuerte tendencia negativa de la precipitación en las localidades situadas en las vertientes septentrionales de Tenerife y de Gran Canaria, mientras que en las ubicadas en la vertiente SE los valores son más reducidos y nada significativos. Este decremento obedece, según estos autores, a una disminución de la contribución de los percentiles más altos a la precipitación total. Tampoco hay tendencias significativas en las islas de La Palma y Fuerteventura, mientras que en la de Lanzarote se señala un aumento de la precipitación de +2,68%. Por otro lado, De Luque y Martín-Esquivel (2011), a partir del análisis de 459 series de La Palma, Tenerife y Gran Canaria, reconstruyen series de referencia estandarizadas y homogéneas para las principales orientaciones y altitudes de las tres islas y tras su comparación con un período de referencia (1970-1999) llegan a las siguientes conclusiones: (i) hay tendencias negativas en la precipitación anual en el NE de la isla de La Palma (-4 mm/año en el período 1935-2009) y menos evidente en Gran Canaria (-1 mm/año en el período 1951-2008). (ii) Las vertientes norte de Gran Canaria y Tenerife tienen tendencias negativas de la precipitación

(-2 mm/año), mientras que en La Palma, entre 0-400 m, la tendencia es positiva (4 mm/año). No obstante estas tendencias son estadísticamente poco significativas. (iii) Las vertientes meridionales de Gran Canaria y Tenerife no tienen tendencias claras aunque, en general, se detectan incrementos del orden de 2-3 mm/año; mientras que en el suroeste de La Palma se ha estimado una tendencia negativa de -4 mm/año (1935-2009) con una alta significación estadística (95%). Finalmente, Tarife et al. (2012) analizan los eventos de precipitación extrema en Canarias en 46 estaciones distribuidas por el archipiélago canario, en el período 1970-2010, y los resultados evidencian, aplicando el estadístico de Mann-Kendall, una tendencia hacia la concentración de la precipitación y, a consecuencia de ello, una mayor frecuencia de eventos extremos.

En definitiva, los estudios realizados hasta el momento demuestran, con notables diferencias espaciales y escasa significación estadística, que la tendencia de la precipitación anual en Canarias es a reducirse salvo en Lanzarote y algunos sectores del norte de La Palma en los que parece haber una tendencia positiva (García-Herrera et al., 2003). Por ello, el objetivo de este trabajo es profundizar en este análisis y determinar cuál es la contribución mensual y estacional a estas tendencias, estableciendo su significación estadística. Se parte de la premisa de que resulta difícil cuantificar la tendencia de la precipitación en Canarias con un nivel de significación alto porque es una de las regiones de España donde la variabilidad de la lluvia es más acusada (Máyer y Marzol, 2012; Dorta, 2000) y su concentración durante el invierno y variabilidad interanual muy significativas (Marzol et al., 2006).

LOS DATOS Y EL MÉTODO

De todas las series disponibles se han seleccionado aquellas que presentan una mayor continuidad temporal y, además, carecen de lagunas –gaps- en sus datos o, si las presentan, son sólo en alguno de los meses de la serie. En la tabla 1 se muestra la altitud, la longitud temporal de cada una de ellas, los valores de la media y los coeficientes de variación mientras que en la figura 1 su localización espacial. Se analizan 27 estaciones a escala anual y estacional. Las estaciones del año se consideraron de la siguiente manera: invierno (diciembre, enero y febrero), primavera (marzo, abril y mayo) y otoño (septiembre, octubre y noviembre). El verano no se analiza pues en Canarias la precipitación estival es, en todas las series seleccionadas, inferior al 5% de la precipitación anual. Hay que señalar que este método ha sido utilizado en múltiples trabajos para el análisis de tendencias no sólo en climatología, especialmente aplicado a las precipitaciones, sino también a otros fenómenos naturales como flujos de corrientes fluviales o calidad del agua (Del Río, et al., 2011). Sólo en la estación Los Llanos de Aridane, en la isla de La Palma, ha sido necesario realizar la combinación (superposición) de series próximas; es el caso de las estaciones C128A y C128B de la AEMET. La primera comienza sus datos en 1947 y finaliza en 1998 con diversas discontinuidades desde 1986 mientras que la segunda inicia los registros en 1961 hasta la actualidad sin apenas gaps. La diferencia de ubicación entre una y otra estación es de apenas 250 metros y la correlación es de 0,96. De la unión de ambas se obtiene una serie completa y homogénea de 1947 a 2013. En otros casos donde existe ausencia de datos pero hay estaciones próximas, el dato ausente se obtiene de la combinación lineal ponderada de las series próximas siempre y cuando el coeficiente de correlación de Pearson supere el valor de 0,8. Finalmente, en los escasos meses en los que no fue posible completar las series con otras vecinas se utilizó el método de las proporciones (Castro-Llano y Carvajal-Escobar, 2013). Cuando se desconoce la precipitación de un mes cualquiera, se establece una razón de proporcionalidad entre la precipitación mensual y anual de la siguiente manera:

$$\frac{x_i}{X_i} = \frac{P_f}{P_a - X_i}$$

Donde x_i es la precipitación del mes ausente, X_i el promedio de la precipitación del mes ausente, P_f la precipitación total anual del mes ausente, P_a el promedio total anual.

Tabla 1: Características principales de las series pluviométricas utilizadas en el análisis.

CD	NOMBRE	Alt	Serie	\bar{x}	CV	CD	NOMBRE	Alt	Serie	\bar{x}	CV
1	Llanos de Aridane	410	1947-2013	400,5	39,7	15	La Culata de Tejeda	1180	1950-2013	547,8	52,4
2	Anaga-Taganana	402	1947-2013	568,4	38,2	16	Lomo Aljorradero	1075	1928-2013	590,7	38,3
3	S/C Cruz de Tenerife	35	1938-2013	238,6	38,9	17	San Bartolomé	880	1945-2013	377,0	61,0
4	Izaña	2371	1919-2000	449,5	55,6	18	Haría	270	1950-2013	192,2	40,3
5	Presa de Jiménez	240	1950-2013	271,5	35,8	19	Guatiza	95	1952-2012	134,6	45,3
6	Heredad de Arucas	250	1936-2013	289,6	37,8	20	Tinajo	180	1952-2012	134,4	56,2
7	Tamaraceite	200	1950-2013	257,8	42,8	21	Puerto Mármoles	10	1943-2012	80,2	59,6
8	Las Palmas	55	1936-2013	140,0	43,5	22	Mácher	190	1950-2012	153,0	42,1
9	Teror	630	1936-2013	533,5	28,3	23	Guacimeta	25	1946-2012	117,3	46,9
10	Valleseco	980	1946-2013	776,1	33,6	24	Femés	350	1952-2012	166,3	46,3
11	La Retamilla	1400	1950-2013	900,6	37,0	25	Pechiguera	30	1943-2012	97,9	52,9
12	Pinar de Tamadaba	1255	1935-2009	592,8	33,6	26	Castillo de Lara	470	1952-2011	196,3	41,0
13	San Nicolás	80	1949-2013	154,9	55,2	27	Morro Jable	100	1952-2013	91,9	50,2
14	Pinar de Pajonales	1190	1936-2009	391,4	54,6						

Fuente: Aemet y Consejos Insulares de Agua. CD: Código de la estación; Alt: Altitud sobre el nivel del mar en metros; N: número de años de la serie; \bar{x} : media aritmética; CV: Coeficiente de Variación.

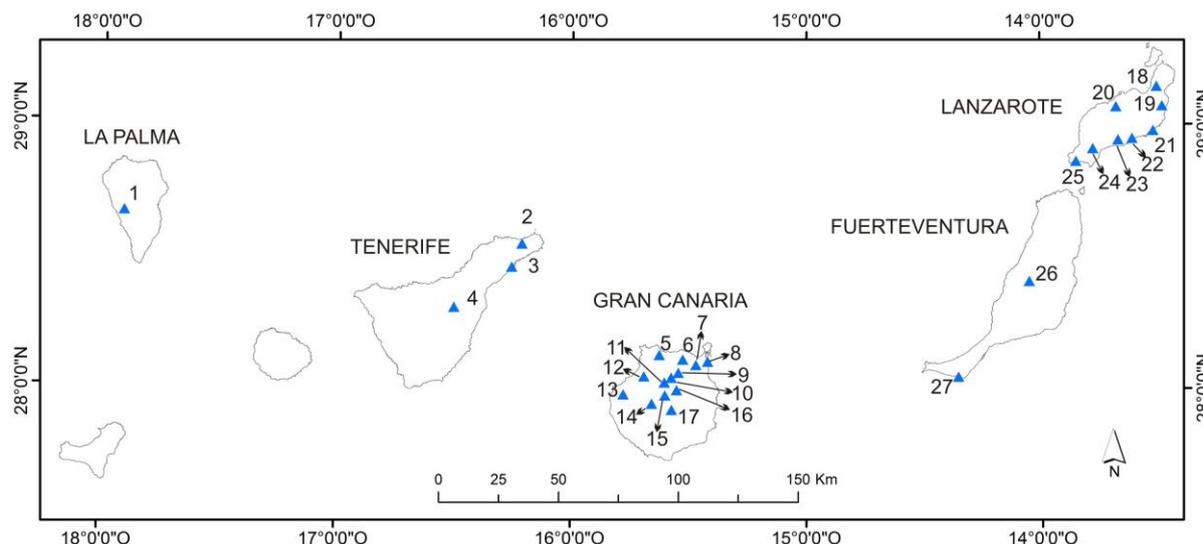


Figura 1. Localización espacial de las estaciones pluviométricas utilizadas.

Con el fin de poner a prueba la homogeneidad absoluta de los registros y detectar posibles errores se ha aplicado el Standard Normal Homogeneity Test (SHNT), definido por Alexandersson (1986) y modificado posteriormente por Alexandersson y Mogreb (1997). El siguiente paso fue aplicar el test no paramétrico de Mann-Kendall para determinar las series que presentan una tendencia lineal en la precipitación total estacional y anual. Para facilitar

el análisis hay hojas de cálculo disponibles en la red como la realizada por el Instituto Meteorológico de Finlandia (Salmi et al., 2002) denominado MAKESENS Microsoft Excel así como el módulo XLSTAT también de Microsoft Excel.

RESULTADOS

Al aplicar el SHNT a las series (27 anuales y 81 estacionales), 15 de ellas han resultado ser no homogéneas. No obstante hay que señalar lo siguiente: (i) todas las series son homogéneas en primavera, lo que implica una menor variabilidad interanual de la lluvia en esta estación del año y (ii) el SHNT, que permite identificar las inhomogeneidades o puntos de ruptura de las series, indica que en la mayoría de las series estudiadas esa ruptura se produce en torno al año 1959. En este sentido hay que indicar que la mayor parte de las estaciones pluviométricas comienzan a principios de la década de 1950 y que ese primer lustro fue de los más lluviosos en Canarias. Sería ilógico deducir que todos los observadores tomaran mal los datos en las mismas fechas y tampoco hay constancia de cambios en el instrumental o de ubicación de los pluviómetros. Por tanto, no hay motivo para desechar las series, máxime cuando una de ellas, la de Lomo Aljorradero, en medianías del NE de Gran Canaria, también registró importantes cantidades de lluvia en la década de los 50 y, sin embargo, supera el test. En este caso la longitud de la serie, 1928-2013, "diluye" el efecto perturbador de los años 1950.

Con respecto a los resultados del análisis del test de Mann-Kendall, doce series lo superan con un nivel de significación del 95% y otras cinco lo hacen al 90%. Ello supone un 16% de las series. Se considera que determinar tendencias de la precipitación con niveles de significación inferiores al 90% carece de sentido estadístico, máxime en un archipiélago donde la alta variabilidad de la precipitación es una de sus características principales. De las tres estaciones del año consideradas, el otoño es la que tiene un mayor número de series con una tendencia negativa significativa; es el caso de las ubicadas en las zonas de altitud media y alta de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria -en la costa NE-, e Izaña, en la cumbre de Tenerife. En invierno, sólo dos localidades tienen tendencias negativas significativas, Valleseco y La Retamilla, en la vertiente septentrional de Gran Canaria y por encima de 950 metros. En cambio, la primavera reúne el mayor número de series con tendencia positiva (33% de las series) aunque sin significación estadística.

Con respecto a las tendencias anuales de la precipitación, nueve series tienen un descenso significativo y todas ellas están situadas en zonas de altitud media, orientadas al N y NE, como es el caso de Taganana en Tenerife, todas las del norte de Gran Canaria, incluida la de la capital y, finalmente, La Culata de Tejeda en el SW de esta isla. Por último, hay que señalar la poca significación estadística de las tendencias de las series en las islas de Lanzarote y Fuerteventura, si bien existen diferencias entre el norte de Lanzarote (p.e. la estación de Haría donde la precipitación muestra una tendencia negativa) y el resto de la isla que, generalmente, experimenta un aumento de la lluvia en primavera e invierno y una reducción en otoño aunque sin significación estadística. En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en todas las localidades para cada una de las estaciones del año consideradas y la variación anual. Se utiliza el mismo criterio que Luna et al., 2012 al mostrar el valor absoluto del logaritmo en base 10 del p-valor del test de Mann Kendall. Resultan significativas al 5% aquellas tendencias cuyo logaritmo supere el valor de 1,3, al tiempo que el signo indica la tendencia positiva (+) o negativa (-), es decir un aumento o una reducción de la precipitación. En color verde se remarcan las tendencias más significativas que superan el test con un nivel de significación de más del 90%. Como puede observarse las medianías son las que evidencian los descensos más acusados de la precipitación, entre los 0,6 mm/año de Las Palmas de Gran Canaria y los 9 mm/año de La Retamilla, la localidad más húmeda de la isla de Gran Canaria. También se evidencia que el otoño es la estación del año donde la disminución de la precipitación ha sido más significativa, entre 0,4

mm/año en Las Palmas de Gran Canaria y 1,5 mm/año en Izaña.

Tabla 2. Tendencias en la precipitación anual y estacional en las 27 series consideradas. Los valores representan el valor absoluto del logaritmo en base 10 del p-valor del test de Mann-Kendall. En la columna de la derecha se muestran los descensos de la precipitación (mm/año).

NOMBRE	Logaritmo en base 10 de P-Valor del test de Mann-Kendal				Descenso de la precipitación en mm/año			NOMBRE	Logaritmo en base 10 de P-Valor del test de Mann-Kendal				Descenso de la precipitación en mm/año		
	P	O	I	A	O	I	A		P	O	I	A	O	I	A
Llanos de Aridane	0,3	-0,6	0,0	-0,4				La Culata de Tejeda	-0,2	-1,5	-0,8	-2,3			-2,2
Anaga-Taganana	0,7	-0,7	-0,5	-1,1			3,3	Lomo Aljorradero	-0,1	-1,8	-0,4	-1,0		-1,2	
Santa Cruz de Tenerife	0,2	-0,9	-0,4	-0,7				San Bartolomé	0,1	-0,5	0,1	-0,3			
Izaña	0,0	-1,5	-0,3	-0,1	-1,5			Haría	-0,3	-0,1	-0,2	-0,2			
Presa de Jiménez	-0,3	-1,1	-0,7	-2,0	1,1		1,9	Guatiza	0,3	-0,1	0,3	0,4			
Heredad de Arucas	0,0	-0,9	-0,7	-1,5			-1,1	Tinajo	0,8	0,3	0,3	0,7			
Tamaraceite	-0,5	0,8	-0,1	-1,2			-1,6	Puerto Mármoles	0,4	-0,1	0,2	0,2			
Las Palmas	-0,3	-1,4	-0,3	-1,2	-0,4		-0,6	Mácher	0,7	-0,1	-0,1	0,0			
Teror	0,4	-1,4	-0,3	-0,8	0,9			Guacimeta	0,0	-0,2	-0,1	-0,5			
Valleseco	-0,3	-0,8	-1,9	-2,8		3,5	-5,5	Femés	0,4	0,0	0,1	0,0			
La Retamilla	-0,7	-0,9	-2,7	-5,0		6	9	Pechiguera	0,9	0,0	0,5	0,6			
Pinar de Tamadaba	0,3	-0,5	-0,6	-0,6				Castillo de Lara	-0,1	-0,3	0,1	-0,1			
San Nicolás	0,3	-0,5	0,0	-0,4				Morro Jable	0,4	0,0	0,0	-0,2			
Pinar de Pajonales	0,2	-0,6	0,3	0,2				Fuente: Aemet y Consejos Insulares de Agua							

P: Primavera; O: Otoño; I: Invierno; A: Año

DISCUSIÓN

Es la primera vez que se aplica el test de Mann-Kendall en el análisis de las series de precipitación anual y estacional en las islas Canarias. Los resultados, aunque poco concluyentes debido a la escasa significación estadística de muchas de las series, concuerdan con otros estudios realizados que, con otras metodologías, evidencian descensos de la precipitación anual en las vertientes septentrionales y poco significativos en las meridionales. La gran variabilidad de la precipitación en las islas, con años muy lluviosos intercalados entre otros secos o muy secos, períodos húmedos o muy húmedos con prolongadas sequías, exige la utilización de series de datos muy amplias para poder obtener unos niveles de significación similares a los de otras regiones donde la variabilidad de la lluvia es menor. Lo ocurrido el 31 de marzo de 2002 en Santa Cruz de Tenerife ratifica la necesidad de emplear series amplias en Canarias porque muestra lo que puede aportar un único episodio lluvioso al total mensual del año de una serie y cómo eso modifica la tendencia final de la misma. El 31 de marzo de 2002 la precipitación contabilizada en Santa Cruz de Tenerife fue de 233,0 mm. Esa cifra multiplica por 7,5 la media del mes de marzo (30,9 mm), además supuso el 92% de las precipitaciones de ese mes y el 50% de ese año.

En la figura 2 se muestra el efecto que causa este tipo de episodios en la tendencia final de la serie de la primavera en Santa Cruz de Tenerife. La figura 2(a) se ha modificado excluyendo el dato del mes de marzo y se ha sustituido por el método de las medias ponderadas ya indicado, mientras que en la figura 2(b) se muestra la serie sin modificar. Como puede observarse las tendencias cambian.

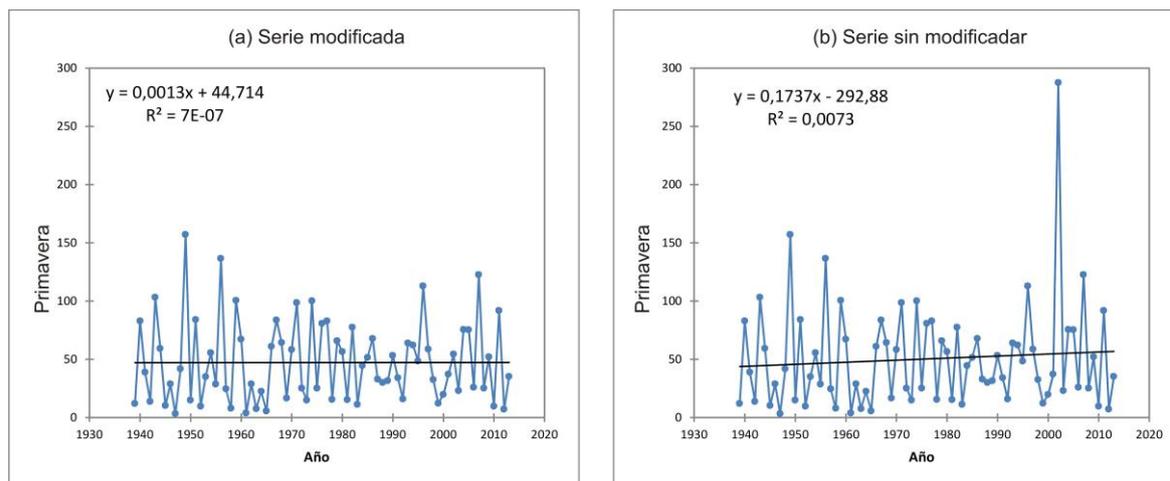


Figura 2. Variación de la tendencia de la precipitación de la primavera en Santa Cruz de Tenerife (a) excluyendo el episodio del 31 de marzo de 2002 y (b) incluyéndolo.

Así pues, en Canarias es preciso considerar el peso de estos episodios lluviosos, no sólo por sus consecuencias en la población y la imposibilidad de aprovechar el recurso del agua sino también por los efectos que tienen sobre los totales pluviométricos. Es preciso profundizar en metodologías estadísticas que valoren la significación de la tendencia de la precipitación en regiones donde la variabilidad de ésta es muy acusada y, sobre todo, en el análisis de la respuesta interanual de los diferentes índices de concentración de la precipitación que, aplicado a Canarias, puede mostrar una tendencia hacia un incremento de los eventos más intensos tal y como ya han señalado otros autores (García-Herrera et al., 2003; Tarife et al., 2012).

REFERENCIAS

- Abauerra, J.; Asís, J. y Centelles, A. (2002). *Caracterización espacio-temporal de la evolución de la precipitación anual en la cuenca del Ebro*. En: Guijarro, J.A.; Grimalt, M.; Laita, M. y Alonso, S. (Eds.): *El agua y el clima*. Asociación Española de Climatología. Serie A, 3: 113-124.
- Alexandersson, H. (1986). *A homogeneity test applied to precipitation data*. *Journal of Climatology*. 6: 661-675.
- Alexandersson, H. y Mogreb, A. (1997). *Homogenization of Swedish temperature data. Part I: homogeneity test for linear trends*. I. *Journal of Climatology* 17: 25-34.
- Brunet, M.; Casado, M.J.; De Castro, M.; Galán, P.; López, J.A.; Martín, J.M.; Pastor, A.; Petisco, E.; Ramos, P.; Ribalaygua, J.; Rodríguez, E.; Sanz, I. y Torres, L. (2009). *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España*. Aemet. Madrid. 158 pp.
- Castro, M.; Martín-Vide, J. y Alonso, S. (2005). *El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI*. En Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Informe del Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 64 pp.
- Castro-Llanos, D. A. y Carvajal-Escobar, Y. (2013). *Análisis de tendencia en la precipitación pluvial anual y mensual en el departamento del Valle del Cauca*. *Memorias* 11(20): 9-18.
- De Luque, A. y Martín-Esquivel J.L. (2011). *Cualificación y homogenización de las series climáticas mensuales de precipitación de Canarias. Estimación de Tendencias de la Precipitación*. Memoria Explicativa de Resultados. Agencia Canaria de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático, Gobierno de Canarias. Santa Cruz de Tenerife. 114 pp.
- Del Río, S.; Herrero, L.; Fraile, R. y Penas, A. (2011). *Spatial distribution of recent rainfall trends in Spain (1961-2006)*. *International Journal of Climatology* 31: 656-667.
- Dorta, P. (2000). *Algunas notas sobre la evolución histórica y metodológica de los estudios del clima de Canarias: estado actual de la cuestión*. XIII Coloquio de Historia canario-americana. Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria: 1602-1620.
- García, L. (2002). *Evolución de las precipitaciones estacionales en el suroeste español: posibles*

- efectos ambientales. En: Guijarro, J.A.; Grimalt, M.; Laita, M. y Alonso, S. (Eds.): *El agua y el clima*. Asociación Española de Climatología. Serie A, 3: 209-218.
- García-Herrera, R.; Gallego, D.; Hernández, E.; Gimeno, L.; Ribera, P. y Calvo, N. (2003). *Precipitation Trends in The Canary Islands*. International Journal of Climatology 23: 235-241.
- García-Marín, R. (2006). *Evolución y tendencias de la precipitación estacional en la cuenca del Guadalentín (Murcia-Almería) Posibles efectos en la práctica agrícola de secano*. Nimbus 17-18: 43-65.
- Gil, S. y López-Bermúdez, F. (2011). *Tendencias de las precipitaciones y temperaturas en una pequeña cuenca fluvial del Sureste peninsular semiárido*. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles 56: 349-371.
- Guijarro, J.A. (2001). *Problemática de la detección del cambio climático en Baleares*. En: Pons, G.X. y Guijarro, J.A. (Eds.): *El canvi climatic*. Monografie Societat Historia Natural Baleares, 9: 147-158.
- Guijarro, J.A. (2002). *Tendencias de la precipitación en el litoral mediterráneo español*. En: Guijarro, J.A.; Grimalt, M.; Laita, M. y Alonso, S. (Eds.): *El agua y el clima*, Asociación Española de Climatología. Serie A, 3: 427-436.
- IPCC, (2013). *Resumen para responsables de políticas*. En: Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (Eds.): *Cambio Climático Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Cambridge University Press. UK. 27 pp.
- Karl, T.R. y Knight, R.W. (1998). *Secular trends of precipitation amount, frequency and intensity in the Unites States*. Bulletin of the American Meteorological Society 79 (2): 231 – 241
- Luna, M.Y.; Guijarro, J.A. y López-Díaz, J.A. (2012). *Reconstrucción, homogeneidad y tendencias de las series históricas de precipitación mensual acumulada en la España peninsular y las islas Baleares*. En: Rodríguez-Puebla, C.; Ceballos, A.; González-Reviriego, N.; Morán, E. y Hernández-Encinas, A. (Eds.): *Cambio Climático. Extremos e Impactos*. Asociación Española de Climatología. Serie A, 8: 499-507.
- Marzol, M^a V., Yanes, A., Romero, C., Brito de Acevedo, E., Prada, S. y Martins, A. (2006). *Los riesgos de las lluvias torrenciales en las islas de la Macaronesia (Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde)*. En: Cuadrat, J.M.; Saz, M.A.; Vicente, S.M.; Lanjeri, S.; de Luis, M.; y González-Hidalgo J.C. (Eds.): *Clima, Sociedad y Medio Ambiente*. Zaragoza, Asociación Española de Climatología, Serie A, 5: 443-452.
- Máyer, P. y Marzol, M^a V. (2012). *La concentración y la agresividad de la lluvia en las islas de la Macaronesia*. En: Royé, D., Aldrey, J.A., Valcárcel, M., Pazos, M. y Piñeira, M.J. (Eds.): *XIII Coloquio Ibérico de Geografía. Respuestas de la Geografía Ibérica a la crisis actual*. Galicia (España), 896 - 906.
- Quereda, J.; Monton, E. y Escrig, J. (2000). *La evolución de las precipitaciones en la cuenca occidental del Mediterráneo: ¿Tendencia o ciclos?*. Investigaciones Geográficas 24: 17-35.
- Raso, J.M. (1996). *Variación de las precipitaciones de primavera en el sur de la España peninsular durante el Siglo XX*. En: Marzol, M^a V.; Dorta, P.; Valladares, P (Eds.): *Clima y Agua*. Tabapress. Madrid, 123-132.
- Romero, R.; Guijarro, J.A. y Alonso S. (1998). *A 30-year (1964–1993) daily rainfall data base for the Spanish Mediterranean regions: first exploratory study*. International Journal of Climatology 18: 541–560.
- Saladié, O.; Brunet, M.; Aguilar, E.; Sigro, J. y López, D. (2002). *Evolución de la precipitación en el sector suroriental de la depresión del Ebro durante la segunda mitad del siglo XX*. En: Guijarro, J.A.; Grimalt, M.; Laita, M. y Alonso, S. (Eds.): *El agua y el clima*. Asociación Española de Climatología. Serie A, 3: 427-436.
- Salmi, T.; Määttä, A.; Anttila, P.; Ruoho-Airola, T. y Amnell, T. (2002). *Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and sen's slope estimates -the excel template application Makesens*. Finnish Meteorological Institute. Helsinki. 35 pp.
- Serrano, A.; Mateos V.L. y García J.A. (1999). *Trend analysis of monthly precipitation over the Iberian Peninsula for the Period 1921–1995*. Physics and Chemistry of the Earth 24 (1–2): 85–90.
- Tarife, R.; Hernández, S.; Gámiz-Fortis, S.R.; Castro-Díez, Y. y Esteban-Parra, M.J. (2012). *Análisis de los extremos pluviométricos en las islas Canarias y su relación con el índice NAO*. En: Rodríguez, C.; Ceballos, A.; González, N.; Morán, E. y Hernández, A. (Eds.): *Cambio climático extremos e impactos*. Asociación Española de Climatología. Serie A, 8: 659-668.