



# La frecuencia e intensidad de las sequías en las vertientes meridionales de las islas Canarias (1970 – 2018)

The frequency and intensity of droughts in the southern slopes of the Canary Islands (1970 – 2018)

## Historial del artículo

### Recibido:

25 de mayo de 2021

### Revisado

22 de junio de 2021

### Aceptado:

22 de junio de 2021

Airam Amador González<sup>a</sup>, María Victoria Marzol Jaén<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Geografía e Historia, Universidad de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España.  
Correo electrónico: airamamador1990@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6966-0160>

<sup>b</sup> Departamento de Geografía e Historia, Universidad de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2556-8861>

## Palabras clave

Índices SPI, Islas Canarias, sequía, SPEI, tendencias, vertientes meridionales

## Resumen

En el último informe del Panel Intergubernamental de Expertos del Cambio Climático (IPCC, 2019), se señala que se espera un aumento de la frecuencia e intensidad de las sequías en África septentrional y Europa meridional. En este estudio, se pretende corroborar ese incremento de la intensidad, magnitud y frecuencia de los episodios secos en las islas Canarias desde 1970 hasta la actualidad. Utilizando los datos meteorológicos diarios de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet) en Canarias, se identifican los episodios de sequía mediante dos índices específicos, el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) y el Índice de Precipitación Evapotranspiración Estandarizado (SPEI), en siete localidades representativas de las vertientes meridionales de Canarias. Los resultados preliminares señalan una notable tendencia al alza de este fenómeno meteorológico extremo en las vertientes sur de Canarias.

## Keywords

SPI indices, Canary Islands, drought, SPEI, trends, southern slope

## Abstract

In the latest report of the Intergovernmental Panel of Experts on Climate Change (IPCC, 2019), it is noted that an increase in the frequency and intensity of droughts is expected in Northern Africa and Southern Europe. In this study, it is intended to corroborate this increase in the intensity, magnitude, and frequency of dry episodes in the Canary Islands from 1970 to the present. Using daily meteorological data from the State Meteorological Agency (AEMet) in the Canary Islands, drought episodes are identified by means of two specific indices, the Standardized Precipitation Index (SPI) and the Standardized Evapotranspiration Precipitation Index (SPEI), in seven locations representative of the southern slopes of the Canary Islands. Preliminary results indicate a notable upward trend in this extreme meteorological phenomenon on the southern slope of the Canary Islands.

## Introducción

La sequía es un fenómeno caracterizado por la ausencia o disminución brusca de la precipitación habitual en un lugar durante un periodo de tiempo prolongado, que tiene graves consecuencias socioeconómicas. Dicho fenómeno ha sido objeto de numerosos estudios en la España peninsular, no tanto en la insular, que han puesto en valor las características (magnitud, duración, frecuencia, extensión, etc.) y repercusiones sobre la sociedad (pérdida de cosechas, hambrunas, restricciones del consumo de agua, etc.) de los diferentes eventos secos acontecidos.

En la actualidad, la comunidad científica no ha llegado a un consenso en la manera y/o los métodos idóneos para la definición e identificación de las sequías. La dificultad de ello deriva de la multiplicidad de métodos para tratar dicho fenómeno, puesto que existe una gran pluralidad de enfoques para investigar las sequías desde diferentes campos científicos: el meteorológico, agrícola, hidrológico, social, entre otros. En este trabajo se realizará un análisis de este fenómeno desde su enfoque meteorológico, es decir, de aquellas sequías que corresponden a la escasez de precipitaciones y que se consideran como procesos independientes (Fernández, 1991).

En el último informe del Panel Intergubernamental de Expertos del Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019) se señala que el calentamiento global provocado por la actividad humana ha conducido, entre otras cosas, a un aumento del riesgo de sequía en África septentrional y Europa meridional. Al mismo tiempo, este IPCC señala que de producirse el incremento esperado en las temperaturas extremas –hasta 1,5°C respecto al periodo preindustrial–, se producirá un aumento en la frecuencia e intensidad de las sequías en dicha región. Por este motivo urge conocer el comportamiento que ha experimentado el fenómeno de las sequías en el contexto del archipiélago canario durante las últimas décadas.

En este trabajo se tratará de analizar cuál ha sido la tendencia del fenómeno de las sequías en las vertientes meridionales de las islas Canarias durante las últimas décadas. El análisis se realiza a partir del cálculo de dos índices de sequía: Standardized Precipitation Index (SPI) (McKee et al., 1993) y Standardized Evapotranspiration Precipitation Index (SPEI) (Vicente-Serrano et al., 2010) y sus correspondientes tendencias.

El índice SPI se ha convertido progresivamente en el índice de sequía meteorológica de referencia mundial

(Mestre & Moreno, 2009). Fue propuesto por McKee et al. en el año 1993, y mide el déficit de precipitación para múltiples escalas temporales (1, 3, 6, 12, 24 o 48 meses). Se define como un valor numérico que representa el número de desviaciones estándar en que un evento seco se sitúa por debajo o por encima de la media, una vez que la distribución original ha sido transformada a una distribución normal. Este índice fija el inicio de un episodio de sequía cuando el SPI es, de forma continuada, negativo con un valor inferior o igual a -1,0, y su final se produce en el momento en que el SPI adquiere un valor positivo.

El Índice SPEI es un índice de sequía multiescalar diseñado para tener en cuenta tanto la precipitación como la evapotranspiración en la determinación de la sequía. Combina, por tanto, la sensibilidad a los cambios en la evapotranspiración con la multitemporalidad del SPI. El procedimiento para el cálculo de este índice se detalla en Vicente-Serrano et al. (2010) y Beguería et al. (2014).

El estudio se centra en las vertientes meridionales porque son los territorios insulares más secos –al estar protegidas de los vientos húmedos– y, *a priori*, tendrían que ser los primeros en sufrir los efectos de la sequía. Estas vertientes no siempre son las orientadas al sur en todas las islas, porque quien establece ese rasgo es la combinación de los vientos húmedos del norte –los alisios– con la forma y disposición del relieve de cada una de las siete islas. Así, en el caso de Gran Canaria y La Gomera corresponde a la ladera sur de ambas islas, mientras que en Lanzarote y Fuerteventura es la del este; en El Hierro y en Tenerife la del SE y, sobre todo, la del SW; y en el caso de La Palma la vertiente más seca y cálida es la oeste. Cuando se alude a los rasgos térmicos y pluviométricos de estas vertientes es necesario contemplar la altitud porque, salvo en Lanzarote y Fuerteventura, las cimas de esas laderas sobrepasan los 1.000 metros de altitud en las cinco islas restantes. En cambio, a todas ellas les une una elevada insolación, escasas precipitaciones y una menor humedad ambiental que las vertientes opuestas (Marzol & Máyer, 2012).

En general, en ellas se distinguen tres sectores altitudinales. Una franja costera –hasta los 400 metros–, con temperaturas medias mensuales de 18°C a 24°C y precipitaciones anuales inferiores a 250 mm, es decir territorios desérticos; un sector de cumbres a partir de los 1.500 m, donde la amplitud térmica se duplica con respecto a la costa porque en invierno se registran temperaturas inferiores a 9°C mientras que en verano se superan los 19°C, y con precipitaciones que rondan

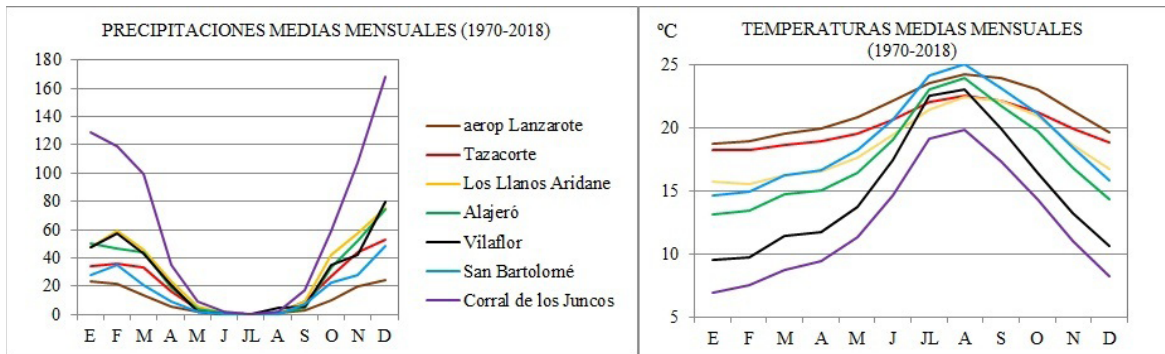


Figura 1. Precipitaciones y temperaturas medias mensuales (1970-2018) de las siete localidades analizadas en el estudio. Fuente: AEMet y elaboración propia.

los 700 mm anuales. Finalmente, el sector de medianías (término regional ampliamente utilizado) que abarcaría el espacio entre los dos anteriores, cuyas temperaturas se aproximan al régimen de las cumbres como consecuencia de las inversiones estivales (Marzol & Máyer, 2015), mientras que las precipitaciones lo hacen al sector de costa (Figura 1). En esta franja altitudinal existen matices diferenciadores entre las medianías bajas –hasta los 800 metros– y las medianías altas, de 800 a 1.500 m.s.n.m. Las estaciones meteorológicas elegidas para realizar el estudio representan a cada uno de esos sectores. Así, el aeropuerto de Lanzarote y Tazacorte están situados en las costas oriental y occidental respectivamente; Los Llanos de Aridane se hallan en las medianías bajas mientras que Vilaflor, Alajeró y San Bartolomé de Tirajana lo están en las medianías altas de tres islas diferentes. Finalmente, Corral de los Juncos, en las cumbres de Gran Canaria, representaría lo que ocurre en este sector altitudinal de la vertiente.

Tabla 1

Estaciones termopluviométricas analizadas en el periodo 1970-2018.

Estación	Isla	Altitud	Lat.	Long.
Lanzarote/aeropuerto	Lanzarote	14	28,95	-13,60
Tazacorte	La Palma	164	28,64	-17,93
Llanos Aridane-B	La Palma	410	28,66	-17,91
Alajeró	La Gomera	855	28,06	-17,24
Vilaflor	Tenerife	1.435	28,15	-16,64
San Bartolomé Tirajana	Gran Canaria	806	27,86	-15,64
Corral de Los Juncos (San Mateo)	Gran Canaria	1.702	27,98	-15,58

Fuente: AEMet y elaboración propia.

## Materiales y métodos

Las fuentes utilizadas son los datos diarios de la precipitación y la temperatura de siete estaciones meteorológicas pertenecientes a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet). Las estaciones consideradas son las del aeropuerto de Lanzarote en la isla de Lanzarote, Llanos de Aridane-B y Tazacorte en La Palma, Alajeró en La Gomera, Vilaflor en Tenerife, y San Mateo y San Bartolomé de Tirajana en Gran Canaria (Tabla 1 y Figura 2). Estas estaciones se ubican entre los 14 y 1.702 m.s.n.m., por lo que se consideran representativas de las notables diferencias altitudinales que hay en algunas de las islas Canarias. No se utilizan localidades de las islas de El Hierro y Fuerteventura por carecer de estaciones con series temporales de al menos 30 años, necesarios para aplicar los índices de sequía.

Los datos diarios de precipitación, temperatura máxima y mínima utilizados, de 1970 a 2018, suponen un total

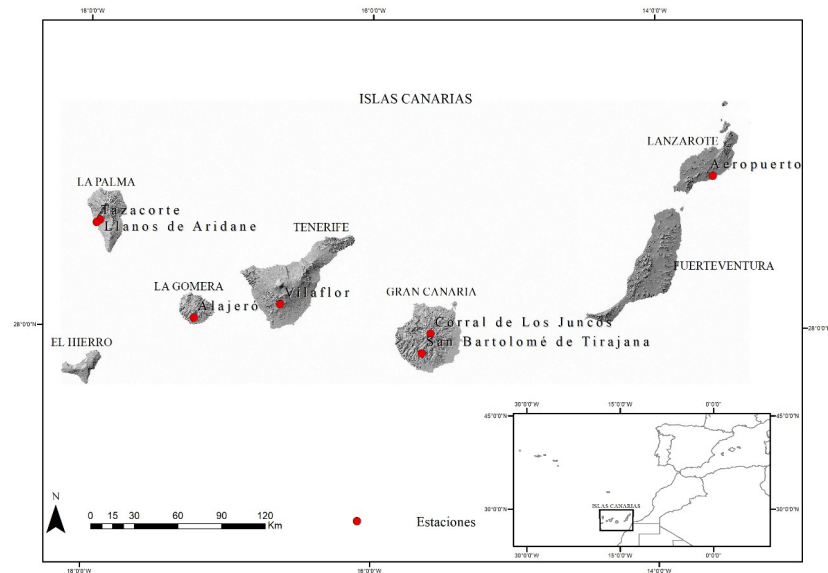


Figura 2. Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio. Fuente: Elaboración propia.

de 48 años de información, que superan con creces el periodo estándar climatológico recomendado por la Organización Meteorológica Mundial de 30 años (World Meteorological Organization, 2017). Los datos diarios fueron sometidos a un control de calidad, homogeneización y su posterior relleno de lagunas, en el caso de las series de precipitación con el paquete *reddPrec*, mientras que en el de la temperatura máxima y mínima diaria lo fue con el de *Climatol* del *software* R (Guijarro, 2011).

El control de calidad consistió en la detección de lagunas, duplicados, datos aberrantes como  $P < 0$  ó  $T_{max} < T_{min}$ , y *outliers*. El paquete estadístico de *Climatol* realiza un proceso de homogeneización relativa mediante la creación de series de referencia, construidas a partir del promedio ponderado de las estaciones más próximas. Posteriormente, se solucionan las no homogeneidades de las series mediante el Estándar Normal Homogeneity Test (SNHT) (Alexandersson, 1986), que sirve para detectar saltos en los valores medios. Analizadas todas las inhomogeneidades, *Climatol* finaliza con un relleno de las lagunas de datos y de los *outliers* detectados.

Para el relleno de datos ausentes de precipitación se utilizaron las funciones del paquete *reddPrec* (Serrano-Notivoli et al., 2017). Este paquete contiene un conjunto de funciones que aplica un proceso de reconstrucción completo a cualquier *dataset* diario, comenzando por un control de calidad basado en cinco criterios definidos en Serrano-Notivoli et al. (2016) y finalizando con un relleno de lagunas de las series filtradas

mediante el cálculo de valores de referencia construidos con las observaciones más cercanas.

Con posterioridad, para identificar las sequías se utilizan dos índices: el Índice Estandarizado de precipitación SPI y el Índice Estandarizado de precipitación– evapotranspiración SPEI. Ambos índices de sequía se han calculado para cada estación meteorológica y, finalmente, se han hallado los índices promedio para las vertientes meridionales de Canarias.

Como el cálculo del índice SPEI requiere, además de la precipitación mensual, de la evapotranspiración potencial (ETP), esta se ha estimado con las ecuaciones de Thornthwaite (1948), un método basado solo en la temperatura media mensual y la latitud del lugar para su estimación. Los valores umbral que toma tanto el SPI como el SPEI para determinar los periodos secos y húmedos se muestran en Tabla 2.

Ambos índices se han calculado a la escala temporal de 12 meses en cada una de las estaciones meteorológicas. Las tendencias obtenidas en el SPI y SPEI se compararon con la tendencia anual de la precipitación y de las temperaturas máxima y mínima (Tabla 3). El análisis de tendencias se realizó mediante la prueba no paramétrica de correlación de rangos de Mann-Kendall ( $p$  valor  $< 0.05$ ). Esta prueba permite conocer la existencia de cambios significativos o no estadísticamente, pero no permite determinar la magnitud de dichos cambios. Por ello se utilizó el método de los mínimos cuadrados para la determinación de la tendencia de los índices.

**Tabla 2**

Clasificación de los periodos secos y húmedos identificados en los índices SPI y SPEI, de acuerdo con McKee et al. (1993) y Vicente-Serrano et al. (2010) respectivamente.

Categoría	Valores SPI y SPEI
Extremadamente húmedo	Mayor o igual a 2,00
Severamente húmedo	Entre 1,5 y 1,99
Moderadamente húmedo	Entre 1,00 y 1,49
Próximo a la normalidad	Entre -0,99 y 0,99
Moderadamente seco	Entre -1,49 y -1,00
Severamente seco	Entre -1,99 y -1,50
Extremadamente seco	Menor o igual a -2,00

**Tabla 3**

Identificación de la duración, intensidad y magnitud de las sequías detectadas mediante SPI y SPEI en las vertientes meridionales de Canarias entre 1970 y 2018.

Fecha inicio	Fecha final	Índice de sequía	Duración (meses)	Intensidad	Magnitud	
feb-74	dic-77	SPI	47	-1,76	-32,46	
abr-83	dic-83		9	-1,43	-9,8	
ene-93	oct-93		10	-1,03	-3,42	
oct-94	dic-95		15	-1,99	-22,74	
ene-01	nov-01		11	-1,35	-12,54	
ene-04	nov-04		11	-1,19	-3,86	
feb-12	feb-13		13	-2,12	-18,17	
oct-16	dic-18		27	-1,36	-18,55	
Media sequías (SPI)			18	-1,53	-15,19	
abr-75	oct-77		SPEI	31	-1,14	-18,76
jun-83	feb-84	9		-1,3	-6,95	
ene-86	nov-87	23		-1,13	-17,23	
nov-94	ene-96	15		-2,07	-23,98	
oct-98	dic-01	39		-1,29	-29,08	
dic-03	nov-04	12		-1,59	-10,52	
feb-12	oct-14	33		-2,19	-27,19	
nov-15	dic-18	38		-2,13	-43,02	
Media sequías (SPEI)				25	-1,6	-22,09

Fuente: Elaboración propia.

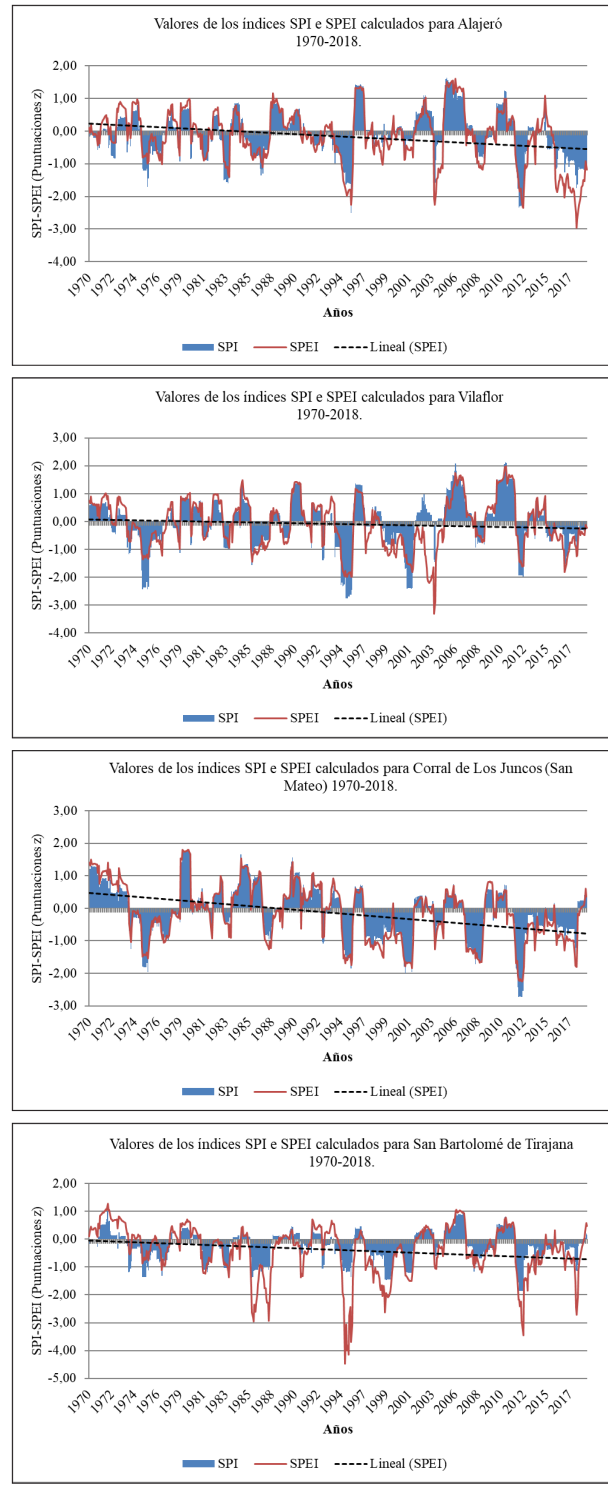
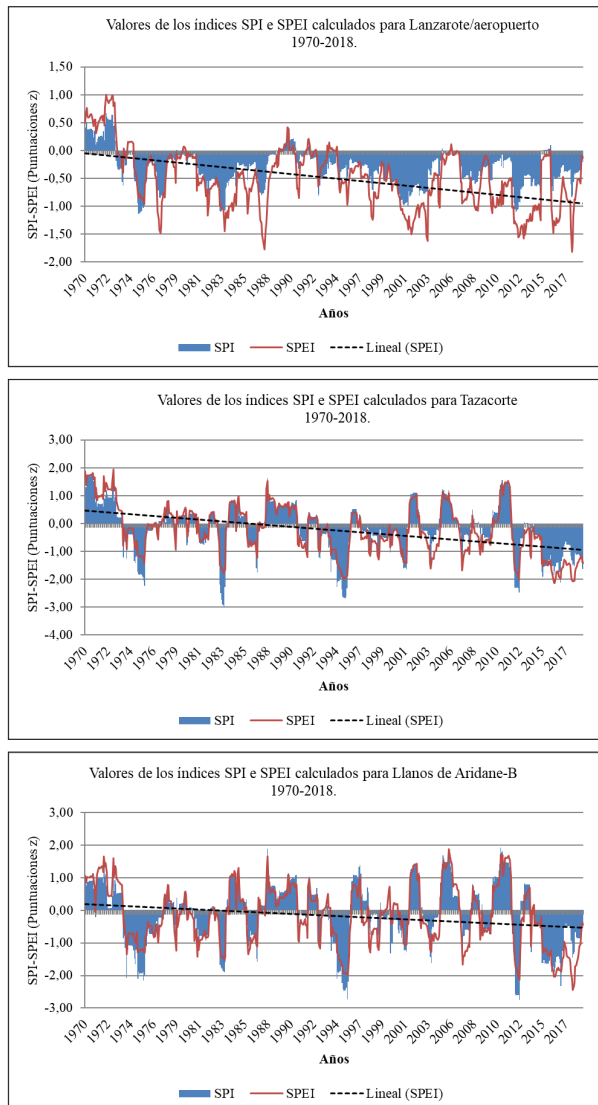
## Resultados

### Duración, intensidad y magnitud de las sequías

El periodo con la sequía más larga de los últimos 48 años en Canarias, según el SPI, se produce desde febrero de 1974 hasta diciembre de 1977, un total de 47 meses de sequía. Durante ese evento la intensidad máxima del índice SPI fue de -1,76, es decir severamente seco, mientras que la magnitud global del evento seco, entendida como la suma de las intensidades mensuales, es de -32,46 (Tabla 3). En cambio, la sequía más larga identificada mediante el índice SPEI es la que transcurre desde octubre de 1998 a diciembre de 2001, con una duración de 39 meses, seguida muy de cerca por otro evento seco registrado entre noviembre 2015 y diciembre de 2018, de 38 meses. La intensidad máxima alcanzada en ambos eventos de sequía fue de -1,29 y -2,13 respectivamente, tratándose, por tanto, de una sequía moderadamente seca en el caso

del periodo de 1998 a 2001 y extremadamente seca en la del 2015 a 2018. La magnitud mayor registrada es la de esta última sequía con un total de -43,02.

Por localidades, destaca el caso del aeropuerto de Lanzarote donde, prácticamente, desde principios de la década de 1970 predominan los meses secos, es decir, por debajo de 0 en ambos índices. Un caso similar ocurre con la localidad de San Bartolomé de Tirajana a partir de 1974, con meses secos sobre pequeñas ventanas temporales húmedas (Figura 3). Mayor variabilidad encontramos en las vertientes meridionales de las islas de La Palma, La Gomera, Tenerife y las cumbres de Gran Canaria, donde la sucesión entre periodos húmedos y secos es bastante recurrente, aunque con una evidente tendencia hacia condiciones de sequía (Figura 4).



**Figura 3.** Valores de SPI y SPEI anuales y recta de tendencia en las estaciones meridionales de Canarias en el periodo 1970-2018. Fuente: elaboración propia.

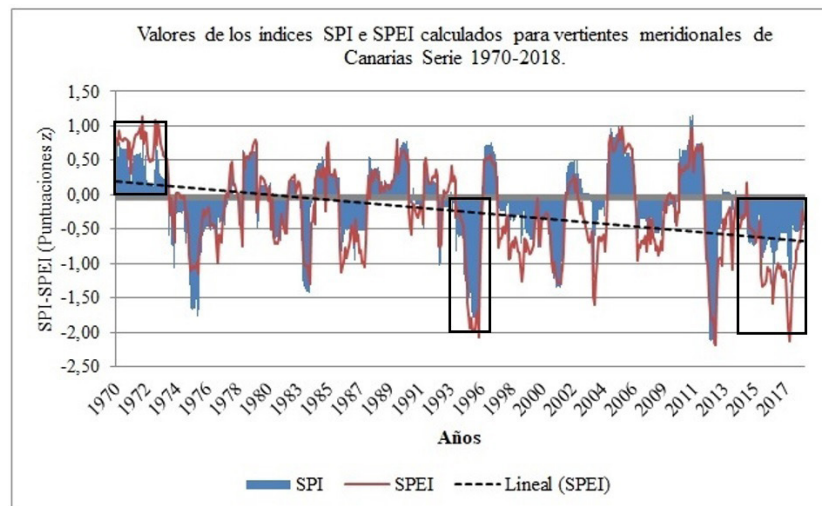


Figura 4. Valores de SPI y SPEI anuales para el conjunto de las vertientes meridionales de Canarias en el periodo 1970-2018.

Fuente: Elaboración propia.

Si atendemos a los valores de los índices SPI y SPEI medios para el conjunto de las vertientes meridionales de Canarias, ambos índices coinciden en destacar la existencia de un periodo húmedo en los primeros años de la década de 1970. Tras ese periodo húmedo, se suceden eventos secos de varios años de duración intercalados por breves repuntes húmedos hasta la importante sequía a mitad de la década de 1990, catalogada de muy intensa –con meses extremadamente secos–, y la última sequía, que comienza en el año 2014 y continúa hasta la actualidad, caracterizada por su gran duración e intensidad (Figura 4).

#### Tendencias de las sequías

Tanto el SPI como el SPEI muestran que hay una clara tendencia negativa homogénea, es decir, un descenso en los valores de los índices y, por tanto, un aumento en la intensidad de las sequías, en todas las estaciones analizadas, siendo estadísticamente significativa en Tazacorte y Corral de Los Juncos –en el caso del SPI–, y en todas las localidades, excepto Vilaflor y Los Llanos de Aridane, para el SPEI (Tabla 4). La estación con el incremento más notable de la intensidad de las sequías,

Tabla 4

Valores anuales de tendencias de los índices SPI y SPEI, de la precipitación y de las temperaturas máxima y mínima medias. Las tendencias estadísticamente significativas con un p valor  $\leq 0.05$  se indican en negrita.

Estación	Altitud	SPI	SPEI	PRECIP.	T. máx.	T. mín.
Lanzarote/aeropuerto	14	-0,07	<b>-0,22</b>	<b>-1,69</b>	0,14	0,20
Tazacorte	164	<b>-0,21</b>	<b>-0,35</b>	<b>-2,62</b>	0,11	0,36
Llanos Aridane-B	410	-0,08	-0,18	-0,91	0,14	0,42
Alajeró	855	-0,04	<b>-0,19</b>	-0,44	0,21	0,52
Vilaflor	1.435	0,03	-0,08	0,90	0,19	0,79
San Bartolomé Tirajana	806	-0,01	<b>-0,16</b>	-0,11	0,24	0,30
Corral de Los Juncos (San Mateo)	1.702	<b>-0,24</b>	<b>-0,31</b>	<b>-7,43</b>	0,32	0,42
<b>MEDIA</b>		-0,09	<b>-0,21</b>	<b>-1,76</b>	0,19	0,43

Fuente: Elaboración propia.

es decir con una tendencia negativa más acusada, es la de Tazacorte con una tasa de descenso de  $-0,21$  en el SPI y  $-0,35$  en el SPEI mientras que la localidad con menor descenso en ambos índices es Vilaflor, con  $-0,03$  y  $-0,08$  en los respectivos índices.

Al mismo tiempo, se estudió cuáles han sido las tendencias de la precipitación mensual y de las temperaturas máxima y mínima medias mensuales desde 1970 hasta la actualidad, con objeto de encontrar una explicación al incremento detectado en la intensidad de las sequías. La tendencia de ambas variables climáticas ha resultado ser estadísticamente significativa para el conjunto de las localidades meridionales analizadas. En el caso de la precipitación se detecta un claro descenso de  $1,76$  mm anual, mientras que en las temperaturas máxima y mínima medias se registra un aumento de  $0,19^{\circ}\text{C/año}$  y  $0,43^{\circ}\text{C/año}$  respectivamente.

Al analizar por separado cada una de las localidades se observa que la precipitación de todas ellas, salvo la de Vilaflor (Tenerife), tiene una tendencia negativa. Esta tendencia es estadísticamente significativa en todas excepto en las medianías de La Palma, La Gomera y Gran Canaria (Los Llanos de Aridane, Alajeró y San Bartolomé de Tirajana) y la propia Vilaflor. El mayor descenso de la precipitación lo encontramos en Corral de Los Juncos con  $7,43$  mm/año; le sigue San Bartolomé de Tirajana con  $2,62$  mm/año. Por el contrario, Vilaflor es la única que experimenta un aumento de la precipitación con  $0,90$  mm/año.

Mayor homogeneidad y de signo contrario se obtienen en las tendencias de las temperaturas máxima y mínima medias mensuales, pues en todas las estaciones se ha producido un aumento de la temperatura en los últimos 50 años, con una tendencia estadísticamente significativa. La mayor tasa de incremento de la temperatura máxima la encontramos en San Mateo con  $0,32^{\circ}\text{C/año}$ , mientras que la menor se produce en Tazacorte con solo  $0,11^{\circ}\text{C/año}$ . Respecto a las temperaturas mínimas hay que señalar que presentan una tasa de incremento superior al de las máximas en todas las islas, siendo mayor en las localidades de Vilaflor y Alajeró, con  $0,79^{\circ}\text{C/año}$  y  $0,52^{\circ}\text{C/año}$  respectivamente. Por el contrario, la estación con un menor aumento de las temperaturas nocturnas es la del aeropuerto de Lanzarote, solo  $0,20^{\circ}\text{C/año}$ , lo que coincide con la de menor altitud de todas las analizadas.

## Conclusiones

El análisis de cuál ha sido la tendencia de la sequía en las vertientes meridionales de Canarias durante los últimos 50 años se llevó a cabo analizando lo ocurrido en siete

lugares situados a diferentes altitudes de estas vertientes. Se calcularon los índices Estandarizado de Precipitación SPI y el Estandarizado de Precipitación – Evapotranspiración (SPEI) en cada localidad y también los índices promedio para el conjunto de islas. Las tendencias de la sequía según ambos índices son negativas en todas ellas, pero sobre todo en la costa de La Palma y en las cumbres de Gran Canaria, y menos en las medianías de La Gomera, Gran Canaria y Tenerife, según el índice SPI; mientras que el índice SPEI coincide en esa tendencia negativa en todas las islas, pero señala que tiene una menor repercusión en las medianías de Tenerife. Tal resultado indica que el índice SPEI es más restrictivo que el SPI a la hora de calificar las sequías. Al analizar las estaciones en su conjunto, la tendencia es igualmente negativa en ambos índices, pero solo estadísticamente significativa en el SPEI. La comparación de la tendencia en ambos índices revela una mayor tasa de descenso en el SPEI con respecto al SPI, por la incorporación de la evapotranspiración potencial en su cálculo.

La tendencia negativa de los índices responde no solo al descenso registrado en la cantidad de precipitación mensual sino también al aumento de la temperatura máxima, y en mayor medida al incremento de las temperaturas mínimas registradas en el periodo de estudio. En este sentido hay que destacar que ese incremento se produce sobre todo en las localidades ubicadas a mayor altitud.

En lo que respecta a la duración, intensidad y magnitud de las sequías podemos señalar que, en términos generales, ambos índices coinciden en la detección de los periodos secos, aunque con diferencias en las fechas de inicio y finalización de los mismos. En general, el índice SPEI indica que los eventos secos tuvieron una mayor duración, intensidad y magnitud de lo que lo hace el SPI.

En definitiva, se puede corroborar que en las últimas décadas se ha producido un incremento notable en la intensidad de las sequías en el sur del archipiélago canario, fomentado por una caída de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas, tanto máxima como mínima. Esto ha tenido importantes repercusiones en los ecosistemas y las actividades humanas, como son el aumento del riesgo de incendios forestales, la escasez de agua para el cultivo y la reducción o pérdida de la producción agrícola y ganadera. Estos impactos han hecho necesario la implantación de medidas y ayudas a los sectores más afectados por la sequía, como sucedió con la Orden de 9 de octubre de 1995 (BOC nº 133, 16/10/1995) emitida por el Gobierno de Canarias para reparar los efectos de la sequía que asoló las islas durante mediados de la década de 1990. Se corroboran



así las proyecciones del IPCC último y se hace necesaria la aplicación de medidas y políticas apropiadas para la gestión y uso del agua en estos territorios que mitiguen el impacto de las sequías futuras.

## Referencias

- Alexandersson, H. (1986). A homogeneity test applied to precipitation data. *International Journal of Climatology*, 6(6), 661-675. <https://doi.org/10.1002/joc.3370060607>
- Beguiería, S., Vicente-Serrano, S.M., Reig, F. & Latorre, B. (2014). Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, kernel weighting, tools, datasets and drought monitoring. *International Journal of Climatology*, 34(10), 3001-3023. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.3887>
- Fernández, B. (1991). *Sequías en la zona central de Chile*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Guijarro, J. A. (2011). *User's guide to Climatol*. <http://www.climatol.eu/climatol-guide.pdf>
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)
- Marzol, M. V., & Máyer, P. (2012). Algunas reflexiones acerca del clima de las islas Canarias. *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*, (29-30), 399-416. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4376863>
- Marzol, M. V. & Máyer, P. (2015). El gradiente térmico en las Islas Canarias. En De La Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R. & Rodrigues, M. (Eds.), *XXIV Congreso Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación* (pp. 1755-1764). Universidad de Zaragoza-Asociación de Geógrafos Españoles. España.
- Mckee T. B., Doesken N. J. & Kleist J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *8th Conference on Applied Climatology*. American Meteorological Society, Anaheim, California.
- Mestre A. & Moreno J. V. (2009). El seguimiento de la sequía en estaciones y grandes cuencas usando el índice SPI. *Boletín Asociación Meteorológica Española*, 23, 36-41. <https://core.ac.uk/download/pdf/217347015.pdf>
- Serrano-Notivoli, R., De Luis, M., Beguería, S. & Saz, M.A. (2016). Spatially-based quality control for daily precipitation datasets. *Geophysical Research Abstracts*, 18, EGU2016-16456. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2016/EGU2016-16456.pdf>
- Serrano-Notivoli, R., de Luis, M., & Beguería, S. (2017). An R package for daily precipitation climate series reconstruction. *Environmental modelling & software*, 89, 190-195. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.11.005>
- Thornthwaite C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1), 55-94. <https://doi.org/10.2307/210739>
- Vicente-Serrano S. M. Beguería S. & Lopez-Moreno J. L. (2010). A multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index-SPEI. *Journal of Climate*, 23(7), 1696-1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>
- World Meteorological Organization. (2017). *Guidelines on the calculation of climate normal*. [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=4166](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4166)