

## El gradiente térmico en las Islas Canarias

M<sup>a</sup> V. Marzol<sup>1</sup>, P. Máyer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geografía e H<sup>a</sup>. Universidad de La Laguna. Campus de Guajara, 38071 La Laguna. Islas Canarias.

<sup>2</sup> Departamento de Geografía. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Pérez del Toro 1, 35003 Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias.

*mmarzol@ull.es, pmayer@dgeo.ulpgc.es*

**RESUMEN:** El objetivo del estudio es analizar la relación de causalidad entre la temperatura y la altitud y orientación del relieve en las islas de mayor altitud del archipiélago canario con el fin de realizar una aproximación al comportamiento espacial de esta variable climática. Para ello se realizan transectos verticales desde la costa a la cumbre, con diferentes orientaciones en las islas de La Palma, La Gomera, Tenerife y Gran Canaria. Se trabaja con las temperaturas máxima, mínima y media diarias de 40 estaciones. Los resultados indican que no existe un gradiente térmico vertical único para todas las islas, que tampoco es homogéneo conforme se asciende en altitud, como consecuencia de la inversión térmica de subsidencia y el estancamiento del mar de nubes en las vertientes septentrionales que mitigan los efectos de la altitud, y que difiere entre las vertientes meridionales y septentrionales y entre el verano y el invierno.

**Palabras-clave:** Gradiente térmico, altitud, orientación, Canarias.

### 1. INTRODUCCIÓN

La temperatura del aire experimenta cambios tanto en el sentido vertical como en el horizontal. En el primer caso, los condicionantes que explican ese cambio son el enrarecimiento y la disminución de la capacidad del aire para absorber y retener el calor conforme se asciende en altitud; en cambio, las variaciones termométricas horizontales, de gran importancia en el campo de la climatología urbana y arquitectura bioclimática, son fruto de la diferente absorción del calor de las superficies urbana-periferia rural o de los materiales en función de su color, textura, rugosidad y albedo (Caballero, 2004; Moreno y Martín Vide, 2007; Carrega, 2013). También son significativos los contrastes energéticos océano-continente que ocasionan, entre otras cosas, los regímenes de brisas costeras (Azorín, 2004; Azorín et al., 2011; Alomar y Grimalt, 2008).

Los métodos de análisis de la distribución espacial de la temperatura son muy variados. Destacan los estudios basados en la información obtenida de los sondeos aerológicos (Hufty, 1975; Dorta, 1985); los que utilizan las interpolaciones espaciales con diferentes algoritmos, de regresión lineal o no lineal entre variables, krigado, spline, etc., con el fin de mejorar la resolución espacial de los cambios termométricos en un territorio (Sánchez Martín, 1995; Dowson y Marks, 1997; Saz et al., 2010; Frei, 2013; Martín et al., 2013); o los que basan su análisis en datos meteorológicos (Tabony, 2007; Martín y Bethencourt, 2012; Armenta, 2013). Otros autores han estudiado la relación entre la temperatura y la altitud con el fin de establecer los límites altitudinales de la distribución de las comunidades vegetales (Marino, 1996; Hofstede, et al., 2003; Hicke, 2006; Ashton et al., 2009).

La temperatura desciende con la altitud alrededor de 0,5 a 0,6°C cada 100 metros de elevación. Se trata de un gradiente medio que oculta, a veces, importantes variaciones temporales (entre el invierno y el verano o entre el día y la noche), espaciales, como consecuencia de la superposición de diferentes capas de aire (inversiones térmicas) o las debidas al diferente recalentamiento de las vertientes en función de su exposición.

En Canarias las variaciones de la temperatura del aire están mitigadas por la influencia moderadora del océano; sin embargo, por ser un territorio con significativos contrastes orográficos (más de 1/3 de su territorio está situado por encima de los 600 m de altitud) las mayores diferencias, no sólo en esta variable climática (Máyer y Marzol, 2013), se observan como consecuencia de la altitud y la exposición del relieve,

con la interferencia de dos rasgos característicos del clima de estas islas, el mar de nubes y la inversión térmica que, en este caso, trastocan la lógica evolución altitudinal de la temperatura (Marzol y Máyer, 2012).

El objetivo de este trabajo es realizar una aproximación a la distribución espacial de la temperatura en las Islas Canarias a partir de los gradientes térmicos. Esa espacialización es consecuencia de dos condicionantes geográficos, la altitud y orientación del relieve, y de otros dos de carácter atmosférico, el mar de nubes y la inversión térmica.

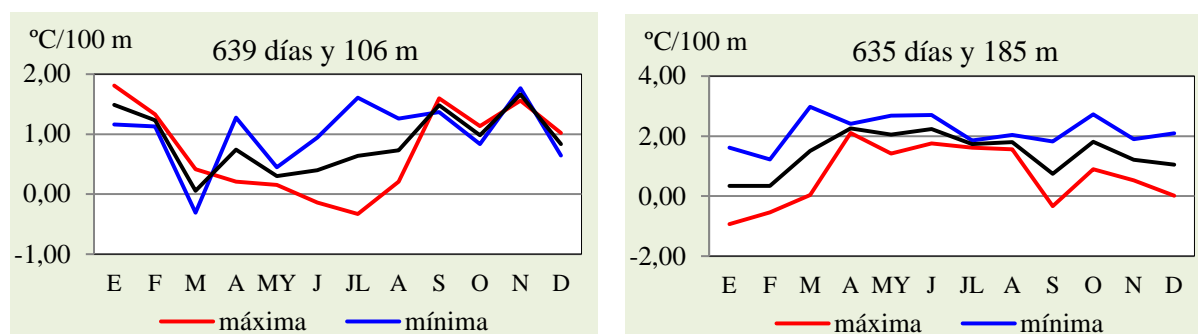
## 2. DATOS Y METODOLOGÍA

Las temperaturas utilizadas las máximas, las mínimas y las medias diarias. El análisis de los gradientes térmicos se realiza en las cuatro islas centrales del archipiélago, cuyas altitudes máximas superiores a 1.500 metros y una red de estaciones meteorológicas densa permiten este tipo de estudio. Son las islas de La Palma, La Gomera, Tenerife y Gran Canaria, y se ha analizado un total de 40 estaciones termométricas (cinco en La Palma, diez en La Gomera, catorce en Tenerife y once en Gran Canaria). Al ser la orientación el segundo condicionante, después de la altitud, responsable de las diferencias espaciales de la temperatura en las Islas Canarias también se ha tenido en cuenta esa componente a la hora de elegir las estaciones. Así, 16 de las estaciones analizadas se encuentran en las vertientes meridionales y 24 en las septentrionales. La distribución altitudinal de las estaciones es homogénea, puesto que trece se sitúan por debajo de 500 metros de altitud, once están entre 500 y 1.000 metros, otras once se encuentran entre 1.000 y 2.000 m y cinco estaciones se hallan entre los 2.000 y 3.530 m. Todos los datos proceden de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

**Tabla 1.** Número de estaciones utilizadas y de gradientes realizados en cada isla y vertiente

<i>Isla</i>	<i>Nº de estaciones</i>	<i>Vertiente Norte</i>	<i>Vertiente Sur</i>	<i>Vertiente NE</i>	<i>Vertiente SE</i>
La Palma	5			4	
La Gomera	10	5	3		
Tenerife	14	6	8		
Gran Canaria	11			9	4
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>4</b>

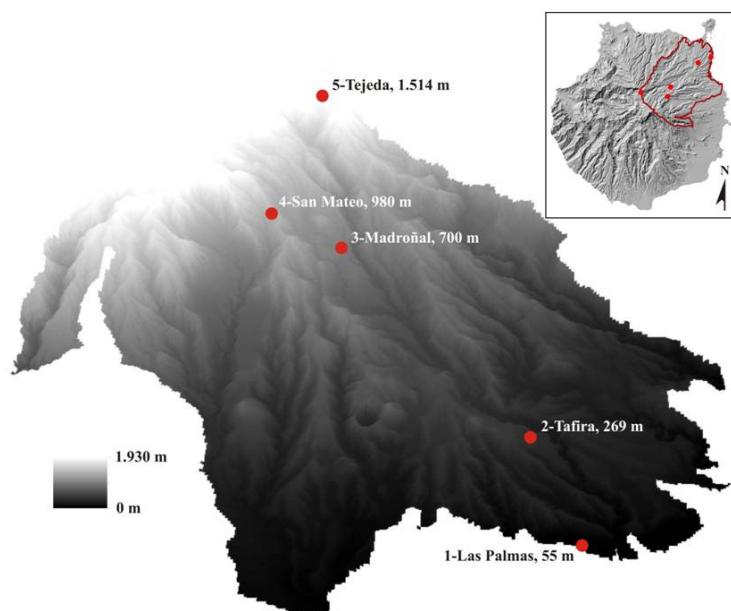
En la tabla 1 se indica la distribución insular de las estaciones utilizadas y el número de gradientes parciales realizados en función de la orientación de las vertientes y, sobre todo, de la simultaneidad de las series diarias. Al ser un análisis a escala diaria se elaboraron un total de 143.207 gradientes diarios; para cada uno de estos se utilizaron entre 4.500 y 5.000 días. Dos de los motivos que han obligado a desechar algunos gradientes han sido la excesiva proximidad de las localidades y la escasa longitud de las series dando lugar a gradientes aberrantes; es el caso de las diferencias termométricas entre el aeropuerto Tenerife-Sur (64 m) y Casablanca (170 m), y entre Casablanca y Granadilla (255 m), que, con alrededor de 600 días y 100 metros de diferencia de altitud, dan como resultado gradientes no válidos (Figura 1).



**Figura 1.** Modelo de gradientes térmicos entre localidades muy próximas y con series de datos cortas.

Con el fin de conocer cómo varía la temperatura según la altitud en cada vertiente se elige dos estaciones próximas con la misma orientación y el mismo número de datos, se calculan las diferencias

termométricas entre ellas y, posteriormente, el gradiente diario de las máximas, mínimas y medias entre localidades. En el NE de Gran Canaria se realizan cinco gradientes parciales, desde 55 m.s.n.m. hasta 1.514 metros, de los que se desecha uno por no disponer de series de datos largas. El primero de ellos entre la ciudad de Las Palmas (55 m) y Tafira (269 m), el segundo entre ésta última localidad y El Madroñal (700 m) y así hasta llegar a la Cruz de Tejeda, situada a 1.514 m (Figura 2).



**Figura 2.** Disposición de las estaciones utilizadas para realizar los gradientes térmicos verticales parciales en el NE de Gran Canaria.

Se decide hacer los gradientes de las tres variables (máximas, mínimas y medias) al observar que el gradiente de las temperaturas medias no refleja lo que ocurre durante las horas de calor y de frío. Además, se detecta un elevado número de días en los que la estación con mayor altitud registra más temperatura que la situada a menor altitud, lo que conlleva un gradiente negativo entre ambas, por lo que se contabilizan esas situaciones y posteriormente se calculan los porcentajes mensuales de días con gradiente inferior a  $0^{\circ}\text{C}$  y de los días con isoterma entre dos localidades contiguas.

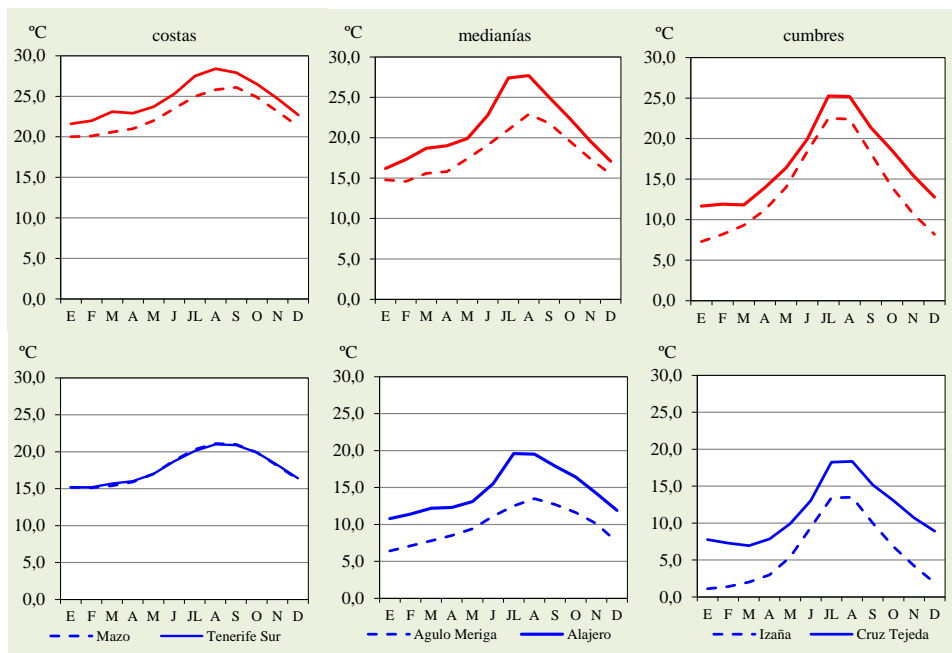
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. La relación de la temperatura con la altitud

En Canarias, al contrario de otros archipiélagos más cercanos al Trópico, como el de Hawaii (Giambelluca y Schroeder, 1998), se observa una variación significativa en las temperaturas anual y diaria como consecuencia de dos de los componentes más importantes del relieve, su altitud y su orientación. A partir de los valores termométricos medios mensuales de seis localidades, situadas en diferentes islas, que representan distintos sectores altitudinales y una exposición concreta, queremos expresar esa influencia (Figura 3). Así, en primer lugar, en las áreas cercanas al océano los aeropuertos de Mazo (41 m.s.n.m., en La Palma) y de Tenerife Sur (64 m.s.n.m.) reflejan cómo se comporta la temperatura durante el mediodía y la noche en las costas septentrionales de las islas, bajo los efectos atemperantes de un tercer condicionante muy importante en Canarias -el mar de nubes-, y las meridionales con una fuerte insolación durante todo el año. En general, las costas meridionales tienen alrededor de  $2^{\circ}\text{C}$  más que las septentrionales en las horas del mediodía, mientras que por la noche ambas mantienen la misma temperatura, o incluso unas décimas más en las del Norte fruto del efecto invernadero natural causado por el estancamiento de la nubosidad en esa vertiente. Con respecto a la amplitud térmica diaria, analizada a partir de la diferencia entre la temperatura media de máximas y la media de mínimas, es de  $4^{\circ}\text{C}$  a  $5^{\circ}\text{C}$  en las costas septentrionales y entre  $6^{\circ}\text{C}$  y  $7^{\circ}\text{C}$  en las meridionales.

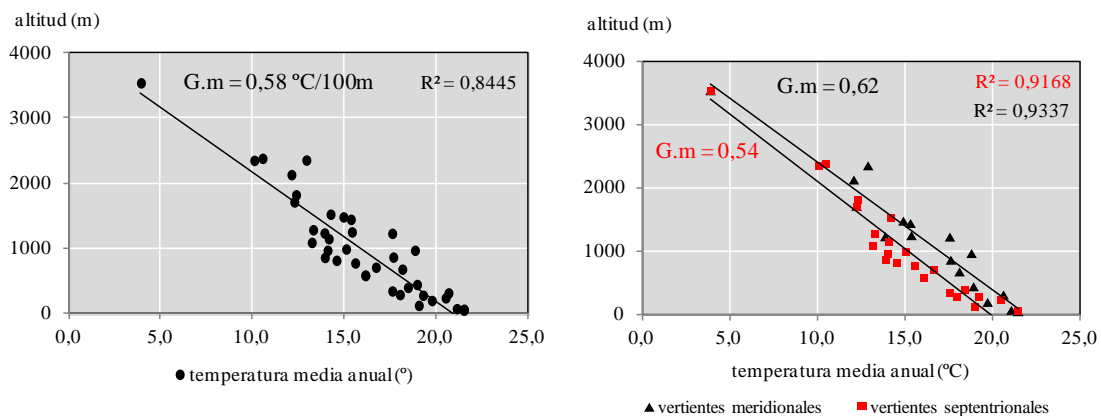
En segundo lugar, las localidades de Agulo (840 m) y Alajero (835 m), situadas en la vertientes Norte y Sur de La Gomera respectivamente, indican que conforme ascendemos en altitud las diferencias entre

ambas vertientes aumentan aunque no tanto como era de esperar. Las zonas de altitud media, que en Canarias se conocen con el término genérico de medianías, del Sur -más soleadas-, son del orden de 2°C a 3°C más cálidas que las septentrionales durante el invierno -en esos momentos afectadas de lleno por la nubosidad-, mientras que en el verano esa diferencia entre las vertientes asciende hasta 5°C y 6°C a favor de las meridionales. Si fijamos la atención en la diferencia termométrica entre las horas más cálida y más fría del día, ésa es de 6°C a 7°C en las medianías del Norte y de 7°C a 8°C en las del Sur. En tercer lugar, en las cimas de las islas que superan los 1.500 metros de altitud, representadas por las estaciones de Cruz de Tejada (1.514 m, en Gran Canaria) e Izaña (2.371 m, en Tenerife), la variación termométrica entre el invierno y verano es similar a la de las medianías, de 7°C a 9°C, mientras que entre el día y la noche se alcanzan los mayores gradientes, sobre todo en el caso de Izaña, y en verano, que por su mayor altitud registra cambios de hasta 9°C en menos de 12 horas.



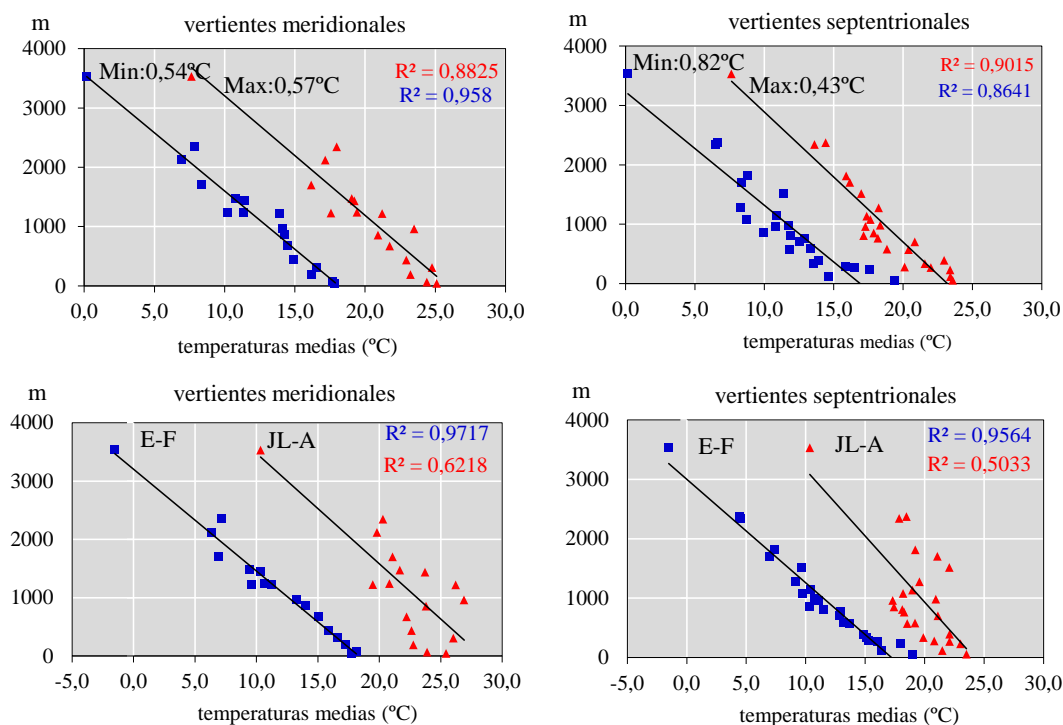
**Figura 3.** Variaciones mensuales de la temperatura media de las máximas (rojo) y media de las mínimas a consecuencia de la altitud y orientación.

En Canarias la variación media de la temperatura anual en función de la altitud es 0,58°C cada 100 m, y cuando se comparan ambas vertientes se observa que en las meridionales la temperatura disminuye más rápidamente con la altitud que en las septentrionales, 0,62°C y 0,54°C/100 m respectivamente (Figura 4).



**Figura 4.** Decrecimiento de la temperatura media anual en Canarias en función de la altitud y la orientación de las vertientes.

Ahora bien, si la escala de análisis, en lugar de ser la temperatura media anual, distingue las medias de las máximas y de las mínimas, que representan lo que ocurre en las horas del mediodía y el amanecer, las diferencias aumentan no sólo entre ambas vertientes sino también en una misma orientación, puesto que lo que ocurre durante el mediodía no es igual por la noche (Figura 5). En primer lugar, la temperatura de la noche disminuye más rápido con la altitud en las vertientes septentrionales que en las meridionales, 0,82°C/100 m frente a 0,54°C/100 m, respectivamente; en segundo, la variación altitudinal de la temperatura al mediodía es bastante más lenta en las primeras que en las segundas, 0,43°C/100 m y 0,57°C/100 respectivamente.

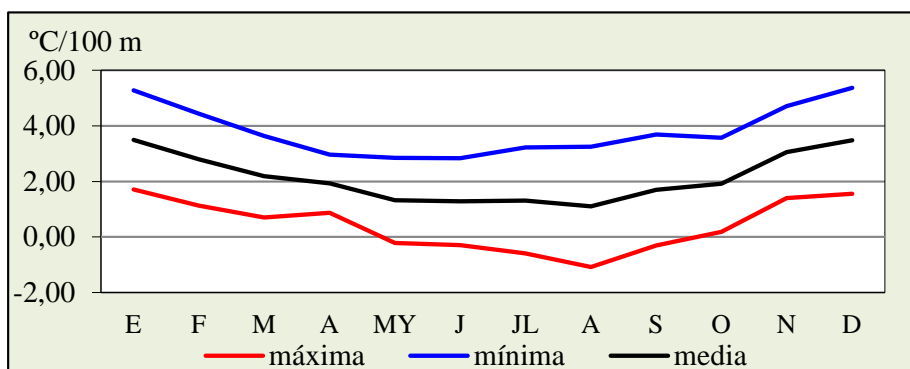


**Figura 5.** Variaciones del descenso altitudinal de las temperaturas medias de máximas (color rojo) y medias de mínimas (color azul), así como en verano e invierno según la orientación de las vertientes.

Si el análisis se centra en lo que ocurre durante los meses más cálidos (julio y agosto) y en los más frescos (enero y febrero) las diferencias entre ambas vertientes aumentan. Mientras que el gradiente térmico vertical del invierno se mantiene constante en ambas exposiciones, el del verano se reduce de manera considerable por efecto de dos condicionantes atmosféricos: la inversión térmica en el caso de las meridionales en torno a los 1.000 metros de altitud y la combinación del mar de nubes y la inversión en las septentrionales entre 1.000 y 1.500 metros. Por ese motivo en invierno la temperatura disminuye alrededor de 13°C en los primeros 2.000 metros de altitud, mientras que en verano no se superan los 8°C en el mismo desnivel. Esa anomalía ocasiona que la correlación entre ambas variables, temperatura y altitud, llegue a tener un R<sup>2</sup> de 0,50 cuando las anteriores correlaciones eran superiores a 0,84 (Figura 5).

### 3.2. Los efectos del relieve en la temperatura

Los contrastes topográficos entre fondos de valle y cimas, muy habituales en el archipiélago canario, modifican el régimen térmico y dejan su impronta en el gradiente. En la figura 6 se muestra cómo el gradiente entre dos localidades, situadas en las medianías del Norte de La Gomera, es superior a 5°C en invierno durante las noches, mientras que en las horas de calor la diferencia térmica entre el valle y la cresta desciende notablemente. En la figura 7 se indican la situación de las estaciones utilizadas en la isla de La Gomera así como los gradientes térmicos realizados.



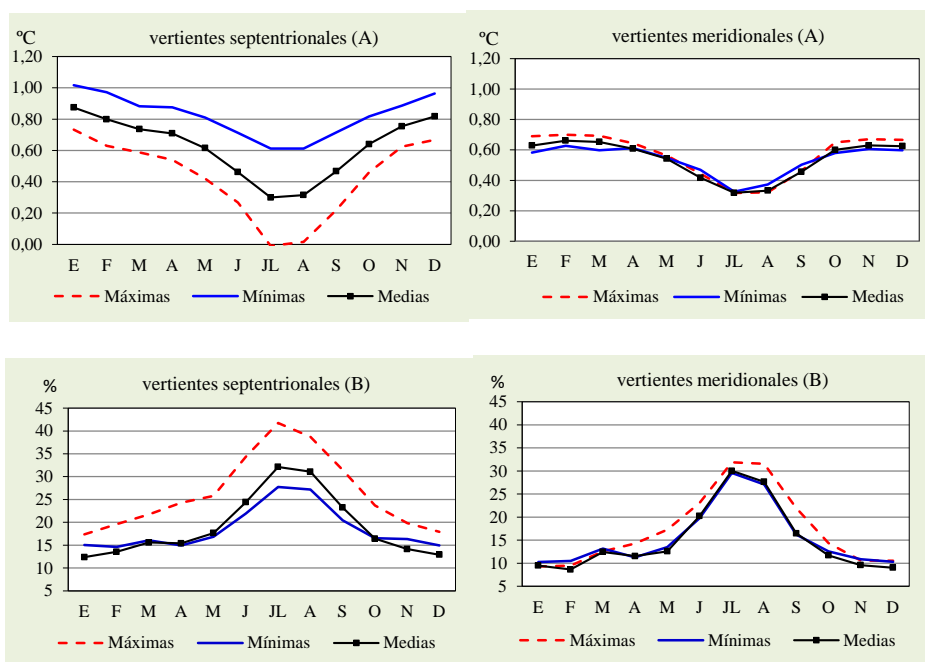
**Figura 6.** Gradientes térmicos medios entre Agulo Juego de Bolas y Agulo Meriga (La Gomera), situados en interfluvio y valle respectivamente.



**Figura 7.** Localización de las estaciones termométricas y los gradientes definitivos realizados en las dos vertientes de la isla de La Gomera

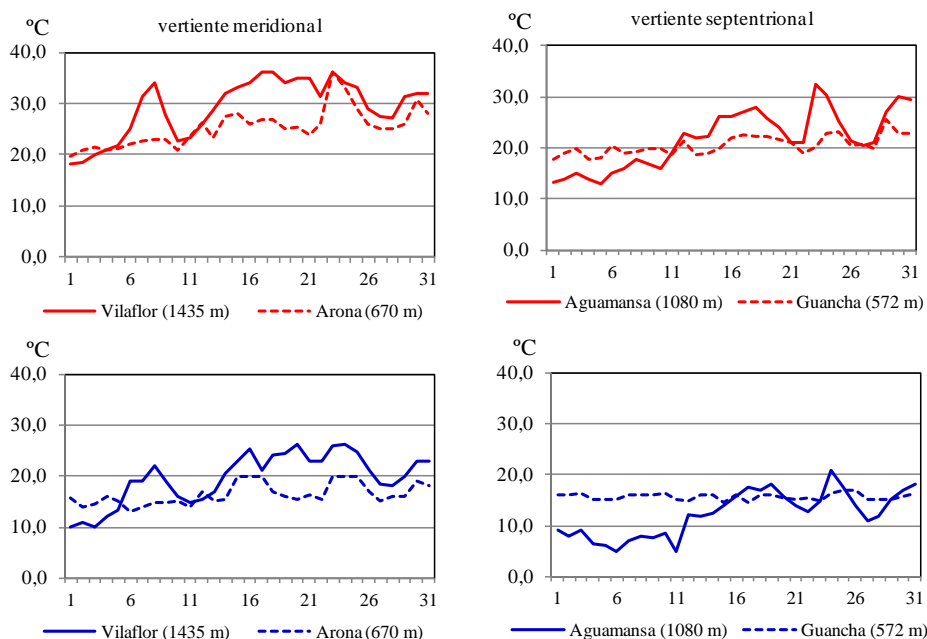
### 3.3. Los efectos de la inversión térmica de subsidencia en la temperatura

La inversión térmica de subsidencia es una de las singularidades más destacadas del clima de Canarias (Marzol y Máyer, 2012). En esta ocasión se “encarga” de mitigar los efectos de la altitud en la temperatura. La elevada frecuencia de su presencia en la atmósfera de esta región, fijada por Dorta (1985) en el 95,6% a través del análisis de los sondeos aerológicos, ahora se detecta en la importancia que tienen los días con gradiente térmico negativo. En general, del 24% al 26% de los días analizados registran una inversión térmica, en el caso de las temperaturas máximas, y entre el 12% y 17% de los días en las mínimas. Este fenómeno es más acusado en los meses de julio y agosto que en los invernales y se detecta con mayor frecuencia en las vertientes septentrionales que en las meridionales (Figura 8B); también existe una diferencia altitudinal según las vertientes puesto que en las septentrionales los gradientes negativos son más frecuentes entre 500 y 1.800 metros de altitud, mientras que en las meridionales lo son entre los 150 y 1.000 metros. Como consecuencia de todo ello el gradiente térmico vertical en verano, y sobre todo en las horas del mediodía, es mínimo -e incluso a veces negativo-, en las vertientes septentrionales, mientras que en las meridionales se observa una mayor homogeneidad en todos esos rasgos (Figura 8A).



**Figura 8.** Gradientes medios mensuales de las temperaturas en las Islas Canarias (A) y porcentajes medios mensuales de los días con inversión térmica (B) según la orientación de las vertientes.

La explicación de esa anomalía tan significativa se puede encontrar en el ejemplo de la figura 9, donde se muestran cómo fueron las temperaturas máximas y mínimas diarias del mes de julio de 1998 en cuatro localidades de Tenerife, dos de ellas en la vertiente Norte y las otras dos en el Sur a similares altitudes. Durante las horas del mediodía, el 77% de los días hizo más calor a 1.435 m que a 670 metros y el 61% de los días en el caso de la vertiente septentrional; en cambio, en la noche se mantuvo esa relación anómala en la vertiente meridional, mientras que en la septentrional sólo ocho días hizo más calor a mayor altitud, con toda seguridad por la interferencia del efecto del mar de nubes.



**Figura 9.** Evolución de la temperatura máxima (color rojo) y mínima (azul) diarias en cuatro localidades de la isla de Tenerife en julio de 1998

La desigual distribución altitudinal de las estaciones termométricas en cada una de las vertientes impide un análisis de detalle de las diferencias del gradiente térmico vertical según la exposición. Por ese motivo se opta por incluir una tabla de doble entrada en la que se indican los gradientes obtenidos en las tres variables y diferenciando las dos exposiciones. Este análisis es el primer paso para realizar una modelización espacial de esta variable en las islas.

**Tabla 2.** Gradientes verticales de las temperaturas máximas, mínimas y medias diarias en Canarias en función de la orientación de las vertientes. En °C/100m.

Altitudes	Vertientes septentrionales			Vertientes meridionales			Altitudes
	máxima	mínima	media	media	mínima	máxima	
La Palma				La Palma			
250 a 550 m	0,45	0,84	0,64				
550 a 800 m	0,83	0,73	0,78				
800 a 1100 m	0,18	0,54	0,36				
1100 a 2350 m	0,35	0,36	0,35				
La Gomera				La Gomera			
200 a 750 m	0,96	0,87	0,92	0,31	0,28	0,33	200 a 850 m
750 a 850 m*	0,42	3,82	2,13	1,11	1,20	1,02	850 a 1200 m
850 a 1300 m	-0,09	0,37	0,15				
Tenerife				Tenerife			
100 a 300 m	0,80	0,47	0,64	0,66	0,81	0,51	50 a 350 m
300 a 600 m	0,34	0,61	0,47	0,48	0,32	0,52	350 a 650 m
600 a 1000 m	0,53	0,69	0,61	0,38	0,41	0,34	650 a 1400 m
1000 a 1800 m	0,13	-0,12	0,00	0,51	0,67	0,35	1400 a 2100 m
1800 a 2350	0,33	0,54	0,40	-0,37	-0,46	-0,29	2100 a 2350 m
2350 a 3500 m	0,60	0,56	0,58	0,80	0,67	0,92	2350 a 3500 m
Gran Canaria				Gran Canaria			
50 a 275 m	0,52	0,91	0,68	0,21	0,42	0,00	41 a 300 m
275 a 1000 m	0,49	0,63	0,56	0,35	0,42	0,28	300 a 1000 m
1000 a 1500 m	0,23	0,03	0,13	0,48	0,18	1,06	1000 a 1200 m
				1,00	0,96	1,05	1200 a 1700 m

\*Efecto valle-montaña

#### 4. CONCLUSIONES

En territorios en los que la orografía es muy contrastada los gradientes verticales, no sólo térmicos sino también pluviométricos, tienen un considerable interés porque permiten obtener, de forma aproximada, la espacialización de dichas variables climáticas en las zonas carentes de observatorios. En el caso de las islas canarias la relación de causalidad entre la altitud y la temperatura está mitigada por el efecto de la inversión térmica de subsidencia y la nubosidad del mar de nubes.

El gradiente medio de 0,58°C por cada 100 metros de ascenso oculta notables diferencias estacionales, puesto que en los meses cálidos del año el gradiente es inferior a 0,40°C/100 y en los más fríos se aproxima a 0,75°C/100 m; también entre el día y la noche, porque el descenso de la temperatura con la altitud es más acusado de noche que en las horas del mediodía. Las variaciones espaciales vienen impuestas por la orientación de las vertientes que causan gradientes más fuertes en las septentrionales que en las meridionales.

En ambas características la altitud juega un papel importante, pero no se podrían explicar si no se cuenta con la interferencia de la inversión térmica de subsidencia y la nubosidad del mar de nubes que mitigan los gradientes verticales en las vertientes meridionales y los exacerban en las septentrionales.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Alomar, G. y Grimalt, M. (2008): "Un modelo de simultaneidad de las brisas marinas en Mallorca". En Sigró, J., Brunet, M., Aguilar, E. (eds) Cambio climático regional y sus impactos. Tarragona, Publicaciones de la AEC, nº 6, 3-14.
- Armenta, G. (2013): "Análisis detallado del efecto foehn generado por la cordillera Oriental del Alto Magdalena (Huila y Tolima)". Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Ashton, A., Gutierrez, D., Wilson, R. (2009): "Effects of temperature and elevation on habitat use by a rare mountain butterfly: implications for species responses to climate change". *Ecological Entomology*, 34 (4), 437-446.
- Azorín, C. (2004): "Estimación de la ocurrencia de la brisa marina en Alicante". En García Codrón, J., Diego, C., Arróyabe, P., Garmendia, C., Rasilla, D. (eds) El clima, entre el mar y la montaña. Santander, Publicaciones de la AEC, nº 4, 19-29.
- Azorín, C., Chen, D., Tigm, S., Baldi, M. (2011): "A multi-year study of sea breezes in a Mediterranean coastal site: Alicante (Spain). *Journal of Climatology*, 31 (3), 468-486.
- Caballero, E. (2004): "Microclimas urbanos: la importancia de los materiales". En García Codrón, J., Diego, C., Arróyabe, P., Garmendia, C., Rasilla, D. (eds) El clima, entre el mar y la montaña. Santander, Publicaciones de la AEC, nº 4, 571-581.
- Carrega, P. (2012): "Le climat urbain de Nice en milieu géographique contrasté: synthèse par approche inductive". *Climatologie*, 10, 9-34-
- Dorta, P. (1985): "Las inversiones térmicas en Canarias". *Investigaciones Geográficas*, 15, 109-124.
- Dowson, R. y Marks, D. (1997): "Daily air temperature interpolated at high spatial resolution over a large mountainous region". *Climate Research*, 8, 1-20.
- Frei, Ch. (2013): "Interpolation of temperature in a mountainous region using nonlinear profiles and non-Euclidean distances". *International Journal of Climatology*, 34 (5), 1585-1605.
- Giambelluca, Th. y Schroeder, Th. (1997): "Climate". En Juvick, S. y Juvick, J. (eds) Atlas of Hawai'i". Honolulu, University of Hawai'i press, 47-59
- Hicke, J., Logan, J., Powell, J., Ojima, D. (2006): "Changing temperatures influence suitability for modeled mountain pine beetle (*Dendroctonus ponderosae*) outbreaks in the western United States". *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 111 (G2), 1-12.
- Hofstede, R., Segarra, P., Mena, P. (eds) Los Páramos del Mundo. Quito, UICN.
- Hufty, A. (1975): "Gradients verticaux de température et combinaisons des éléments du temps". *Annales de Géographie*, 465, 526-542.
- Marino, H. (1996): "Temperaturas bajas y límites altitudinales en ecosistemas de plantas superiores: respuestas de las especies al frío en montañas tropicales y subtropicales". *Revista Chilena de Historia Natural*, 69, 309-320.
- Martín, J.L. y Bethencourt, J. (2012): "Assessment of global warming on the island of Tenerife, Canary Islands (Spain). Trends in minimum, maximum and mean temperatures since 1944". *Climate Change*, 114, 343-355.
- Martín, N., Carrega, P., Adnes, C. (2012): "Downscaling à fine résolution spatiale des températures actuelles et futures par modélisation statistique des sorties aladin-climat sur les Alpes-Maritimes (France)". *Climatologie*, 10, 51-73.
- Marzol, M<sup>a</sup> V. y Máyer, P. (2012): "Algunas reflexiones acerca del clima de las Islas Canarias". *Nimbus*, 29-30, 399-416.
- Máyer, P. y Marzol, M<sup>a</sup> V. (2013): "Análisis de la pluviosidad en las islas canarias mediante la elaboración de gradientes". En XIII Congreso de Geógrafos Españoles. Espacios insulares y de frontera, una visión geográfica. Illes Balears, AGE y Dpto. Ciències de la Terra, UIB, 145 - 154.

- Mestre, A. y Felipe, L. (coords) (2012): "Atlas climático de los archipiélagos de Canarias, Madeira y Azores. Temperatura del aire y precipitación (1971-2000)". Lisboa, Agencia estatal de Meteorología e Instituto de Meteorología de Portugal.
- Moreno, M<sup>a</sup> C. y Martín Vide, J. (2007): "Dos ejemplos de gradientes térmicos elevados en superficies naturales y artificiales en verano". *Nimbus*, 19-20, 181-190.
- Sánchez Martín, J.M. (1995): "Propuesta metodológica para la obtención de gradientes termohídricos anuales". *Lurrualde*, 18, 137-154.
- Saz, M., Serrano, R., Arrillaga, M., Longares, L. (2010): "Comparación de métodos de interpolación y de regresión para la cartografía de temperaturas máximas y mínimas absolutas: el caso de Navarra (Norte de España) en 2009". En Fernández, F., Galán, E., Cañada, R. (eds) *Clima, ciudad y ecosistemas*. Madrid, Publicaciones de la AEC, nº 7, 473-483.
- Tabony, R. (2007): "Relations between minimum temperature and topography in Great Britain". *International Journal of Climatology*, 5, 5, 503-520.