



## **Selección de tipos de tiempo en Canarias. Un ejemplo: las invasiones de aire sahariano**

P. Dorta<sup>1</sup>, M.D. Gelado<sup>2</sup>, S. Mendoza<sup>1</sup>, M.E. Torres<sup>2</sup>, J.J. Hernández<sup>2</sup>, C. Collado<sup>2</sup>, V.F. Siruela<sup>2</sup>, P. Cardona<sup>2</sup>, M.J. Rodríguez<sup>2</sup>, C. Criado<sup>1</sup>

(1) Departamento de Geografía. **Universidad de La Laguna**

(2) Departamento de Química. **Universidad de Las Palmas de Gran Canaria**

*Se presenta una propuesta de clasificación de tipos de tiempo por medio de técnicas de estadística inferencial combinadas con los análisis sinópticos tradicionales, con el fin de agrupar y seleccionar fechas de rasgos similares. Se muestra un ejemplo con uno de los tipos de tiempo más representativos del clima de Canarias: las invasiones de aire sahariano. Su aplicación permitirá estudiar, de manera relativamente simple, las tendencias en series temporales largas de estas situaciones desde que se cuenta con datos en las estaciones meteorológicas de las islas. Se contribuye así al estudio del clima del archipiélago y del cambio climático en esta región del planeta.*

### **1. Introducción**

El archipiélago canario se encuentra a una latitud subtropical recibiendo influencias tanto del mundo templado como del tropical. Los tipos de tiempo que se registran en las islas muestran rasgos templados y tropicales. De manera sintética, podemos afirmar que las islas se ven afectadas por tres situaciones atmosféricas claramente diferenciadas: el régimen de los vientos alisios, las situaciones de inestabilidad y las advecciones de aire sahariano (Marzol, 1993).

La selección de estos "estados de la atmósfera" para estudios de índole climático, es decir de escalas temporales amplias, resulta complicada, en especial por el elevado número de situaciones de transición entre dos tipos de tiempo distintos, por la marginalidad de las islas en las proyecciones cartográficas con fines meteorológicos y por la relativa subjetividad de las clasificaciones establecidas por el investigador. Por ello aquí se muestran algunas técnicas estadísticas que pueden resolver o paliar gran parte de esos problemas.

### **2. Las advecciones de aire sahariano**

Canarias se ve afectada, con frecuencia, por entradas de aire sahariano que tienen una serie de repercusiones muy importantes en el medio ambiente (Dorta, 2001) y en la economía del archipiélago. Estas fechas suponen alrededor del 20-25% del total del año siendo, por tanto, muy importantes en el tiempo atmosférico de las islas (Dorta, 1999). Su selección mediante un análisis sinóptico es relativamente sencilla, pero requiere de un complemento estadístico que de validez matemática a las agrupaciones y, además, sea capaz de asignar las fechas no clasificadas por su complejidad.

#### **2.1. Las técnicas estadísticas de clasificación para tipos de tiempo**

En la profunda renovación, protagonizada por la introducción de la informática, que ha experimentado la Climatología Sinóptica en la dos últimas décadas (Rasilla, 2003), se inscriben diversas técnicas suministradas por la estadística inferencial. Una de ellas, el análisis discriminante, ya ha sido empleada en diversos trabajos (Hufty, 1981; Galán, 1984, 1991; Rasilla, 1995; Dorta, 1999) mostrando su gran utilidad en este sentido ofreciendo magníficos resultados como algoritmo de clasificación automática. Además, aquí se analizará otra de estas técnicas para trabajar con grupos y se plantea como propuesta para clasificaciones futuras, puesto que su utilización en Climatología ha sido más reducida. Se trata de la regresión logística, también conocida como análisis logit. Ésta se originó en los años 60, pero no se generaliza su uso hasta principios del los 80 como consecuencia del



avance en las aplicaciones informáticas, siendo especialmente empleada en medicina (Domínguez y Aldana, 2001), aunque tenemos constancia de que en España también se ha aplicado en el campo de la Climatología pero para estudios de precipitaciones extraordinarias (Armengot, 2002).

Se trata de un tipo de regresión habitualmente utilizado para predecir y explicar una variable categórica binaria (dos grupos) (Hair, Anderson, Tatham y Black, 2001, 251). Su utilización fundamental se encuentra así en el análisis de variables dependientes o fenómenos que son *dicotómicos* por naturaleza.

Los objetivos del modelo serían los siguientes:

- Determinar la existencia o ausencia de relación entre una o más variables independientes y la variable dependiente.
- Medir la magnitud de dicha relación.
- Estimar o predecir la probabilidad de ocurrencia de un suceso.

Aquí exponemos un ejemplo con la selección de fechas de dominio de aire sahariano. El empleo de la técnica tiene por objetivo asignar cada jornada a los grupos de tipos de tiempo establecidos por el investigador, utilizando para ello, como procedimiento de estimación, el de máxima verosimilitud, es decir, maximiza la verosimilitud de que un suceso ocurra, en nuestro caso la pertenencia a un tipo de tiempo. Por último, hay que señalar que se trata de un proceso iterativo con el fin de encontrar la estimación "más probable" de los coeficientes (Hair, Anderson, Tatham y Black, 2001).

A pesar del empleo generalizado del análisis discriminante en Climatología, por tratarse de una técnica perfectamente adaptada al trabajo estadístico con grupos cuando la variable dependiente es no métrica, es una técnica que ha de cumplir los supuestos de normalidad multivariante y de igualdad de matrices de varianzas covarianzas entre los grupos, supuestos que no siempre se dan. La regresión logística tiene la ventaja de que no se enfrenta a ellos de forma tan estricta, y es más robusta cuando estos no se cumplen, haciendo muy conveniente su utilidad en muchas situaciones. Como señalan Hair, Anderson, Tatham y Black, (2001), ambas cuentan con contrastes estadísticos directos, capacidad para incorporar efectos no lineales y permitir una amplia variedad de diagnósticos. Por estas razones y otras más técnicas, la regresión logística es equivalente al análisis discriminante de dos grupos y puede considerarse más apropiada en muchos casos.

En Canarias y para las invasiones de aire sahariano los resultados obtenidos son altamente satisfactorios con el análisis discriminante (Dorta, 1999), sin embargo desde un punto de vista estrictamente estadístico la utilización de la regresión logística, al contar con alguna variable que no cumple adecuadamente con los supuestos anteriormente citados de normalidad e igualdad de matrices de varianzas covarianzas, podría ser algo más correcta. En cualquier caso, los resultados obtenidos con ambas técnicas son muy similares y cualquiera de las dos es totalmente válida para los objetivos perseguidos: la asignación de casos a grupos. La aplicación de la regresión a una serie de 13 años (1983-1995) muestra de manera muy clara los rasgos típicos de estas situaciones cálidas y secas. Los datos utilizados son diversos elementos climáticos de tres estaciones de primer orden de la isla de Tenerife (Los Rodeos, Santa Cruz de Tenerife e Izaña). El verano es la estación del año en la que mayor contraste existe entre la masa de aire tropical marítima y la tropical continental (sahariana) (cuadro 1). Las mayores diferencias se dan en la temperatura y la humedad relativa y, en especial, en las medianías y, en menor medida, en las cumbres. Asimismo los resultados muestran una agrupación correcta en el 99,4 % de las fechas, lo que corrobora estadísticamente la clasificación sinóptica y hace muy fiable la agrupación posterior de las fechas no asignadas por el investigador.



Cuadro 1: Valores termohigrométricos durante el verano en Tenerife según la masa de aire dominante

	Aire tropical marítimo			Aire tropical continental		
	S/C de Tenerife	Los Rodeos	Izaña	S/C de Tenerife	Los Rodeos	Izaña
Temperatura máxima (°C)	26.9	23.0	20.8	30.3	31.8	24.8
Temperatura mínima (°C)	20.2	14.9	11.6	22.1	18.5	15.7
Humedad relativa media (%)	62	74	33	56	45	33

Fuente: INM. Elaboración propia

Gracias al empleo de técnicas como las señaladas es posible clasificar la totalidad de las fechas que cuentan con información meteorológica, eliminando todos los problemas planteados por la Climatología Sinóptica tradicional. Los resultados del análisis muestran, en sintonía con estudios anteriores (DORTA, 1999), un número de días de dominio de aire sahariano entre los 85 y los 90 al año, con un mínimo muy marcado en la primavera y con valores en el verano de 15-16 días al año.

### 3. Conclusiones

Ha quedado demostrado que la utilización del método expuesto, que combina el análisis sinóptico con la estadística inferencial –análisis discriminante o regresión logística-, da excelentes resultados para selección de fechas de rasgos similares, verificándose que la clasificación establecida es correcta desde un punto de vista climático y estadístico. Queda demostrado, por tanto, que las técnicas estadísticas multivariadas resultan muy útiles para complementar los análisis sinópticos y podrían llegar a constituir una herramienta esencial en el estudio del cambio climático en Canarias, en especial para el análisis a largo plazo de tipos de tiempo atmosférico. El aumento o disminución de determinadas situaciones meteorológicas es, sin duda, un buen indicativo de transformaciones en la circulación de la atmósfera. Este trabajo, junto con algunos otros antecedentes, abren así la posibilidad de realizar análisis de tipos de tiempo de varias decenas de años, desde que el archipiélago cuenta con información meteorológica.

### 4. Bibliografía

- ARMENGOT, R. (2002) Las lluvias intensas en la comunidad valenciana. MMA, Madrid.
- DOMÍNGUEZ, E. y ALDANA, D. (2001) "Regresión logística. Un ejemplo de su uso en endocrinología". Rev. Cubana Endocrinol., 12 (1), 58-64.
- DORTA, P. (2001) "Aproximación a la influencia de las advecciones de aire sahariano en la propagación de los incendios forestales en la provincia de Santa Cruz de Tenerife" XVII Congreso de Geógrafos Españoles, págs. 158-162, Oviedo.
- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; y BLACK W.C. (2001) Análisis Multivariante, Prentice Hall, Madrid.
- HUFTY, A. (1981) "Les types de temps à Alger (analyse multivariée)". Le Meteorologie, Vie, Série nº26, págs. 93-109.
- GALÁN, E. (1984) "Aplicación del Análisis Discriminante en la distinción de situaciones ciclónicas y anticiclónicas en Madrid". Estudios Geográficos, nº 176, págs. 353-369.
- GALÁN, E. (1991) "Técnicas de clasificación automática en Climatología. Propuesta metodológica para una tipología de tipos de tiempos invernales en la España peninsular y Baleares". Alisios, nº1, págs. 81-98.
- MARZOL, M.V. (1993) "Tipificación de las tres situaciones atmosféricas más importantes de las Islas Canarias". Revista de Historia Canaria. Homenaje a la Dra. Marrero. La Laguna, págs 79-95.
- GIL, J.; GARCÍA, E.; Y RODRÍGUEZ G. (2001) Análisis Discriminante, La Muralla, S.A., Madrid.
- RASILLA, D. (1995) Viento sur y efecto Föhn en la Cordillera Cantábrica. Tesis Doctoral. Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid. Inédita.
- RASILLA, D. (2003) "Fuentes y métodos para la caracterización de ambientes meteorológicos o "tipos de tiempo". En clima y calidad ambiental, Martí Ezpeleta, A. (ed.), págs. 171-199. Universidad de Santiago de Compostela.