

EPISODIOS HISTÓRICOS DE ADVECCIONES DE POLVO SAHARIANO EN LA REGIÓN DE CANARIAS

José Francisco BETHENCOURT GONZÁLEZ y Pedro DORTA ANTEQUERA
Departamento de Geografía, Universidad de La Laguna
jfbethencourt@yahoo.es, pdorta@ull.es

RESUMEN

Se analizan algunos eventos de entradas masivas de polvo litogénico sahariano en el inicio y anteriores del periodo de medición instrumental. De algunos de ellos ha sido posible calcular su extensión, intensidad y duración gracias a datos *proxy* y por comparación con episodios recientes, siendo los más representativos los acaecidos en febrero de 1898 y de 1920, a los que se les dedica un estudio más amplio. Se analizan las analogías con los últimos datos sobre este tipo de fenómenos y sus efectos, en algunos casos graves, y se contribuye así a la reconstrucción del clima de esta región del Atlántico Suroriental.

Palabras clave: litometeor, aire sahariano, Canarias, climatología histórica, calima

ABSTRACT

In this paper we analyze some events of mass influx of lithogenic Saharan dust at the beginning and before the period of instrumental measurements. In some of them we have estimated its extent, intensity and duration by proxy data and by comparison with recent episodes. the most representative of them occurred in February of 1898 and in February of 1920, and we devoted a larger study. We study the analogies with the latest data on these phenomenons and its effects, in some cases severe, and we contributes to the reconstruction of the climate in the Southeast Atlantic region.

Key words: lithometeor, saharan air Canary Islands historical climatology, dust

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre el transporte de polvo con origen en todos los grandes desiertos del planeta son muy numerosos. Son bien conocidos desde hace algunos años los manantiales, no sólo saharianos sino de todas las grandes fuentes del planeta como los desiertos del Sureste y del centro de Asia, la circulación y el sistema de transporte, la frecuencia, etc. (ARIMOTO, 2001; GOUDIE and MIDDLETON, 2006). Incluso se han analizados las teleconexiones climáticas existentes, en especial con respecto al fenómeno de El Niño (PROSPERO and NEES, 1986). A su vez la región del Sáhara occidental, en la que se emplaza el archipiélago canario, es de las más estudiadas existiendo un número muy amplio de publicaciones al respecto con investigaciones basadas en numerosas estaciones con series de datos cada vez más largas y variadas y métodos de medición y de cálculo muy complejos (BASART et al., 2009; ALONSO, 2007, etc.). Es patente, además, la importancia de los aerosoles y su papel en el sistema climático, constituyendo actualmente una línea de investigación de gran productividad científica.

En este sentido, el interés por el conocimiento de los aerosoles litogénicos se refiere a muy diversas cuestiones: la influencia en la precipitación como núcleos higroscópicos, la incidencia sobre el ciclo biogeoquímico en los océanos, el grado de relación con algunas enfermedades, o la evaluación de la importancia en cuanto a la capacidad radiativa y, por consiguiente, en el balance radiativo de la tierra, constituyendo hoy uno de los temas de mayor incertidumbre por su papel sobre el cambio climático, entre otros.

Los métodos y las técnicas para registrar estos episodios son cada día más precisos, ya sea a través de sensores remotos o medidas desde tierra. Sin embargo, esas mismas técnicas con un alto grado de sofisticación son relativamente recientes por lo que las series de datos de este tipo son cortas, alcanzando sólo algunas décadas. En este sentido, es necesario intentar reconstruir episodios del pasado y así contribuir a analizar tendencias, la evolución de este tipo de fenómenos y las posibles teleconexiones como las ya citadas con El Niño. Precisamente es en esa cuestión del análisis histórico de episodios no detectados mediante técnicas recientes en la que pretende incidir este trabajo.

En este contexto de la Climatología Histórica, con datos *proxy*, se analizan algunas importantes intrusiones de material particulado o *dust* sahariano anteriores al periodo instrumental o en época con muy poca información meteorológica. Se ha organizado el texto exponiendo, en primer lugar, los antecedentes y objetivos, posteriormente las fuentes y el método, en tercer lugar las características y los principales eventos de polvo a lo largo del siglo XIX y hasta los años 30 del siglo XX para finalizar exponiendo dos ejemplos concretos y una conclusiones finales.

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

A pesar de que, como ya se ha citado, son muy numerosos los trabajos sobre aerosoles saharianos, resulta muy relevante saber la evolución temporal de estos episodios en esta región del globo entorno a las Islas Canarias.

El archipiélago se sitúa a algo más de un centenar de kilómetros de la costa africana en una posición estratégica configurándose como un observatorio privilegiado para el control y la detección de las plumas de polvo. Tanto es así que el Centro de Investigación Atmosférica de Izaña, en la isla de Tenerife, dependiente de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet) se configura como uno de los lugares de mayor importancia en cuanto al control y medidas de aerosoles a escala mundial aunque, en este caso, las medidas también cuentan con series relativamente cortas.

Las intrusiones de polvo sahariano forman parte de los rasgos generales del clima de Canarias, como ponen de relieve numerosas investigaciones realizadas desde múltiples ópticas y tratando diversos aspectos, especialmente en los últimos años (TORRES PADRÓN et al., 2002; VIANA et al., 2002; DORTA, 1999; DORTA et al., 2005; ALONSO-PÉREZ et al., 2007; MENÉNDEZ et al., 2009). En la actualidad, se continúa investigando para obtener trayectorias más precisas, cantidades acarreadas, tasas de deposición etc. Las metodologías usadas incluyen diversas técnicas e instrumental que combinan información de sensores remotos que miden el espesor óptico de aerosoles o el índice de aerosoles, información de datos en tierra que son posibles por medio de los captadores de alto volumen y que permiten exhaustivos análisis químicos y granulométricos del material particulado. Además también existen complejos modelos que pueden calcular las trayectorias de los nubes de polvo como es el caso del popular Hysplit de la NOAA (<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>).

Así son especialmente conocidos los episodios más recientes de los que se sabe su origen, su frecuencia e, incluso, las cantidades totales de material litogénico depositado en la región de

Canarias. Diversos autores dan tasas generales que sitúan alrededor de los dos millones de toneladas anuales para este sector (TORRES-PADRÓN et al., 2002), aunque pensamos que aún no se cuenta con la serie necesaria para llegar a poseer una media representativa, sobre todo, porque la irregularidad es una de las principales características de las advecciones de aire sahariano y, por tanto, del volumen total de polvo transportado.

En ese sentido, uno de los aspectos menos conocido de estas situaciones es la evolución a largo plazo y la frecuencia de las intrusiones de mayor intensidad. Como contribución a esta cuestión, el principal objetivo de nuestro trabajo es la reconstrucción de los episodios más intensos de advecciones de aire sahariano con aporte de cantidades importantes de material litogénico sahariano en época preinstrumental, siendo los que aquí se exponen los primeros resultados obtenidos en esa línea de investigación. Así, el presente trabajo pretende aportar algunos datos, fundamentalmente cualitativos, en dos aspectos importantes de los actuales estudios sobre cambio climático: el análisis del clima del pasado y la evolución de los episodios de polvo del desierto sahariano en una región y en una época concreta en la que ha existido un déficit de información meteorológica considerable.

2. FUENTES Y MÉTODOS

La investigación se ha basado en fuentes documentales. Se ha consultado el Archivo Histórico del Instituto de Canarias I.E.S. Cabrera Pinto de la ciudad de San Cristóbal de La Laguna, el centro de enseñanza más antiguo del archipiélago y en el que se instaló uno de los primeros observatorios meteorológicos y uno de los más importantes de las islas. Además, se han consultado los boletines del Observatorio Central Meteorológico y se ha analizado una amplia bibliografía de la época desde 1700 y gran parte de la prensa escrita desde 1837. Con esa información se han ido conformando los episodios de calima más intensos desde 1746, cuando localizamos el primero, hasta los años treinta del siglo XX, cuando ya comienzan a funcionar de forma sistemática los primeros observatorios de primer orden en las islas.

Para la detección de estos episodios se ha procedido, por tanto, a la lectura de textos publicados y documentación antigua no publicada de entre principios del siglo XVIII y principios del siglo XX, entre los que destacan algunos de contenido climatológico o meteorológico de indudable valor (SCOTT, 1900; SAMLER BROWN, 1922; BANNERMAN, 1922, etc.). La información obtenida se ha cruzado con las noticias de prensa a partir de 1837 y con algunos de los escasos datos meteorológicos obtenidos de observatorios no digitalizados actualmente como el del instituto de La Laguna, en medianías, a 547 m.s.n.m. y del ya citado Observatorio de Izaña, en cumbre a 2.367 m.s.n.m, ambos en la isla de Tenerife. En los dos casos se ha consultado la fuente original puesto que la información diaria aún no forma parte de las bases de datos de la AEMet y lo que es más relevante, se ha recurrido a las anotaciones marginales además de a los datos numéricos, constituyendo aquellas una información habitualmente desechada en las estadísticas pero de indudable valor, como tendremos ocasión de comprobar. Con los datos numéricos de los observatorios tradicionales resulta muy difícil analizar una advección de polvo, puesto que en el mejor de los casos se registra la visibilidad y la presencia o ausencia de calima. Es muy difícil estimar la intensidad y el tamaño de la nube o pluma de polvo sin tener en cuenta otro tipo de información cualitativa como veremos en los siguientes apartados.

3. LAS INTRUSIONES DE POLVO SAHARIANO EN LA REGIÓN DE CANARIAS

Gracias a la abundante bibliografía sobre este tema, hoy es posible saber que a lo largo del año el número de intrusiones de polvo sahariano en Canarias es muy variable, no sólo en cuanto a la cantidad de ellas sino también en cuanto a su extensión y a su intensidad. Aunque suponen un número considerable y un rasgo definitorio del clima de Canarias los eventos realmente intensos, que podemos denominar como intrusiones o entradas masivas, son muy pocos -en todo el año 2010 hasta la actualidad no ha habido ninguna, por ejemplo-. La mayoría de ellas se producen en condiciones de estabilidad atmosférica y, por tanto, se trata de deposiciones secas de ese material. En ocasiones, sin embargo, ciertamente muy poco frecuentes, se producen deposiciones húmedas puesto que el polvo sahariano se introduce en sistemas depresionarios inestables y son arrastrados por la lluvia suponiendo cantidades de material muy considerables puesto que las tasas de deposición son muy superiores que en condiciones de baja humedad. Son episodios extraordinarios y, por tanto, más peligrosos atendiendo a los riesgos. En ambos casos, es sabido que los episodios más agudos son mayoritariamente invernales, puesto que es en esta época en la que el polvo se desplaza hacia el Atlántico en las capas más bajas de la troposfera y mediante pulsos discontinuos, mientras que en verano el desplazamiento es más frecuente en las capas medias y más continuo como consecuencia del ascenso latitudinal de la Circulación General de la Atmósfera.

Todas estas características se han definido en función del análisis de lo ocurrido en los últimos años. Entre los episodios secos más recientes y estudiados destacan los de enero de 2002, de intensidad excepcional, abril de 2002 (DORTA et al., 2002), principios de febrero 2004, mediados de julio de 2005, enero de 2008, etc. Entre los eventos inestables sobresalen los de febrero de 1989, con especial incidencia en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria y enero de 1999 (CRIADO y DORTA, 2003) que ha supuesto el episodio meteorológico que ha ocasionado mayores pérdidas económicas en las islas en las dos últimas décadas.

Tabla 1: ADVECCIONES DE MATERIAL LITOGÉNICO SAHARIANO EN CANARIAS (1700-1920)

Fecha	Referencia más destacada
Agosto de 1746	ANCHIETA Y ALARCÓN, 1705-1767
Junio de 1783	GUERRA Y PEÑA, 2002
Enero de 1832	LORENZO RODRÍGUEZ, 1987
Febrero 1863	ÁLVAREZ RIXO, 1994
Febrero de 1883	FERNÁNDEZ NAVARRO, 1921
Febrero 1898	SCOTT, 1900
Enero-febrero 1902	FERNÁNDEZ NAVARRO, 1921
Febrero 1903	FEO PARRONDO, 2004
Febrero 1920	BANNERMAN, 1922

Elaboración Propia

Como ya hemos mencionado, los eventos de intensidad suficiente como para producir efectos graves son muy pocos. Por eso también son escasas las referencias aparecidas en las fuentes consultadas y sólo es posible hacer referencia a los de mayor intensidad, a las entradas masivas de material particulado o a la combinación con inestabilidad y que han generado consecuencias relevantes. Éstas vienen reflejadas en la tabla 1 en el que se muestran los episodios detectados. Tal y como se ha mencionado, la mayoría de ellos son invernales y los que cuentan con más y mejor información son los de febrero de 1898 y febrero de 1920 que son los que se tratarán como ejemplos de cada uno de los tipos señalados: intrusión seca en el

primer caso y húmeda o inestable en el segundo. Además es de destacar el de junio de 1783 puesto que en las referencias bibliográficas encontradas se indican la probable presencia de material particulado sahariano sobre Alemania, Italia y Francia (GUERRA y PEÑA, 2002) tal y como ha ocurrido en época más reciente con otros episodios (FRANZEN, 1989; LITTMANN, 1991). También el evento de febrero de 1903 tuvo una extensión considerable puesto que se recogen muestras de polvo en varias de las islas Azores (BANNERMAN, 1922).

4. EL EVENTO DE FEBRERO DE 1898

El primero de los episodios tratados, febrero de 1898, tuvo un resultado trágico, pues la reducción de la visibilidad debida a la intensidad del polvo influyó decisivamente en el hundimiento de un vapor francés, el *Flachat*, en las costas del Noreste de la isla de Tenerife, ocasionando la muerte de 78 personas en la noche del 15 al 16, según los tres diarios consultados para la catástrofe, noticia que incluso llegó a *The New York Times* el 18 de febrero de 1898.

La información obtenida para este evento nos permite una reconstrucción muy aproximada de toda la intrusión. Las referencias indican que se trató de un evento de mucha intensidad no sólo por las descripciones de la visibilidad sino también por los reportes enviados desde diferentes barcos y el retraso en las travesías (SCOTT, 1900). Además de esa información contamos con datos meteorológicos que recogen A. Samler Brown en el Sur de Tenerife y Alfred Perry en el Puerto Orotava, el actual Puerto de la Cruz durante el episodio (SCOTT, 1900). Asimismo, hemos recabado los datos del observatorio del Instituto de La Laguna.

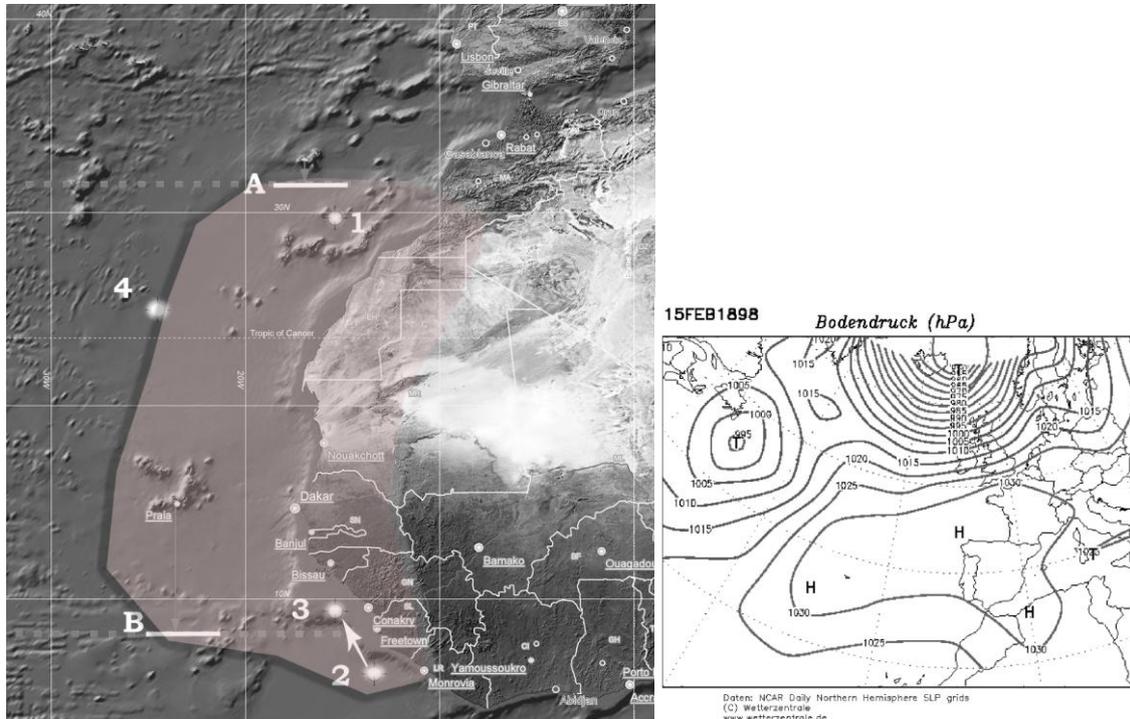
Gracias a todos esos datos cualitativos y cuantitativos podemos señalar que se trató de un episodio estable, como la mayoría de las intrusiones de material litogénico, con una presión bastante constante, sólo hubo precipitaciones inapreciables y vientos moderados siempre del "Sur o Levante con ráfagas calientes". El día 16 la visibilidad se redujo a "150 yardas" (137 m.) y se señala que el 17 la niebla (polvo en suspensión) era aún más espesa, lo cual da idea de la cantidad de material transportado. Asimismo, la humedad relativa se mantiene en porcentajes propios de este tipo de situaciones, con los valores más bajos en la madrugada del 16 al 17, pero con porcentajes en algunos momentos elevados, lo que es, desde una perspectiva meteorológica, acorde con los descensos en la altitud de la inversión térmica propia de estas coordenadas.

Gracias a los datos aportados por los navíos que se encontraron con la nube de polvo, anotando la posición, o haciendo referencias a la intensidad del fenómeno ha sido posible reconstruir, de manera aproximada, la extensión de la misma en el entorno de las Islas Canarias. Destaca, en este sentido, lo declarado por el Capitán Maloney del *Briton*, que aseguró haber navegado durante 2 mil millas sin observación de calima, entrando en la nube 80 millas al Sur de Madeira y no emergiendo de ella sino a unas 450 millas al Sur de Cabo Verde. Scott recoge información de varios buques más como el *R.M.S. Norman*, el *Loch Torridon*, el *Tintagel Castle*, con retraso en su travesía de treinta horas por la presencia del *dust*, el *Roslin Catle* y el vapor alemán *Carl Woerman*. La nube era tan densa que "después de permanecer en el puente una media hora, la ropa de los oficiales estaba completamente roja" (SCOTT, 1900).

Este tipo de información *proxy* referida por los tripulantes de los navíos que se desplazan por los océanos ya ha sido ampliamente tratada, por ejemplo, para la reconstrucción de trayectorias de ciclones tropicales desde mediados del siglo XVIII hasta mediados del XIX (GARCÍA-HERRERA, 2005), por lo que también podría llegar a ser muy útil para estimar las extensiones de los pulsos de polvo más intensos, como queda demostrado para este evento de

1898. En la figura 1 se observa la considerable extensión del *dust* que hemos inferido a partir de la información de los navíos.

Fig. 1: Extensión aproximada de la nube de polvo en suspensión y situación sinóptica en superficie en el episodio de *dust* de febrero de 1898



Elaboración propia. Wetterzentrale.de

Posiciones de los barcos que detectaron el *Dust*: 1. *SS. La Plata*; 2-3. Las posiciones del *R.M.S. Norman* a 8 a.m. y 10 p.m.; 4. *Loch Torridon*; A-B. Itinerario del *Briton*. En resalte la zona posible de la nube de polvo.

5. EL EVENTO DE FEBRERO DE 1920

Este episodio se corresponde con una entrada de polvo sahariano acompañada de una situación de inestabilidad. Este modelo se ha repetido en varias ocasiones en el archipiélago dando lugar a efectos muy graves. Es el caso del 16 de febrero de 1989 y el 6 de enero de 1999 (CRIADO y DORTA, 2003). Se trata de eventos que comienzan con una entrada masiva de polvo en suspensión que supone aire cálido en las capas bajas y posteriormente llegada de aire frío en capas altas, lo que implica una marcada inestabilidad con precipitaciones muy intensas y vientos fuertes de componente Este o Sureste.

Los graves efectos de este evento de *dust* son evidentes al comprobar la abundante información, tanto en la prensa escrita como en la producción de textos de tipo científico que se generaron (JUNCO, 1920; FERNÁNDEZ NAVARRO, 1922; BANNERMAN, 1922). Además, al tratarse de un episodio relativamente reciente también contamos con las anotaciones meteorológicas de las dos estaciones existentes en la isla de Tenerife en ese momento: La Laguna e Izaña. Así, podemos hacer un seguimiento exhaustivo de la incidencia de la tormenta, así como obtener informaciones de daños. La información instrumental nos proporciona los parámetros meteorológicos cuantitativos que parecen reflejados en la figura 2. El episodio comienza el sábado día 7, según informa la prensa local, y aparece perfectamente reflejado en los datos y anotaciones recopiladas de Izaña en donde se señala la presencia de

Los efectos fueron muy graves en todo el archipiélago, no sólo por las extraordinarias precipitaciones de los días 12 y 13 (figura 2) y de las rachas máximas de viento sino, sobre todo, por el temporal en el mar, como ya ocurrió en enero de 1999. Las consecuencias se dejaron sentir en todos los puertos de las islas puesto que los vientos fuertes del segundo cuadrante son muy poco frecuentes y las bocanas suelen estar abiertas al segundo o tercer cuadrante.

Por último es importante señalar que este evento supone, probablemente, uno de los primeros intentos por analizar de manera científica las características del polvo. Aunque ya se habían recogido muestras en los episodios de 1898 y 1903, en esta ocasión se estudiaron exhaustivamente dos muestras, una de ellas midió la cantidad de *dust* presente en litro y medio de agua de lluvia, por decantación, alcanzando la cantidad de 2,24 g. con presencia abundante de sílice y hierro (FERNÁNDEZ NAVARRO, 1922); La otra también señala la presencia de cuarzo en una muestra recogida en Gran Canaria, entre el 8 y el 11 de Febrero (BANNERMAN, 1922).

CONCLUSIONES

A través de la selección de una serie de episodios de calima y el análisis detallado de dos de ellos se ha mostrado la gran utilidad de la información cualitativa de tipo documental para complementar la información cuantitativa meteorológica; es más, en el caso del transporte de material litogénico, los datos numéricos son muy limitados puesto que incluso en los observatorios meteorológicos de primer orden el registro de los litometeoros ha sido deficiente. Hubiese sido imposible estimar la importancia de los eventos analizados únicamente con los datos de las dos estaciones disponibles. Sólo de forma muy reciente, a través de tecnología específica, es posible cuantificar de forma certera este fenómeno. Es imprescindible, por tanto, si se quieren reconstruir eventos o tendencias aproximadas, hacer uso de fuentes propias de la Climatología Histórica que complemente a los datos medidos de las variables meteorológicas.

Los episodios detectados responden a tipos ya definidos actualmente destacando los más frecuentes estables y secos (1898) y los que realmente suponen una mayor amenaza meteorológica caracterizados no sólo por la presencia de grandes cantidades de material litogénico en suspensión sino también por una fuerte inestabilidad y vientos (1920).

Por último, hay que señalar que este es el inicio de una investigación mucho más amplia que intenta reconstruir, en la medida de lo posible, el clima del archipiélago en época preinstrumental pero que requerirá del acceso a fuentes de otras regiones cercanas como es el caso del resto de los archipiélagos macaronésicos o Marruecos.

AGRADECIMIENTOS

A David Suárez por la ayuda con el formato de las figuras, a Daniel Garcia por su ayuda en los fondos de la Biblioteca de la ULL; a Teresa Bonilla y Ana M^a García responsables del Archivo Histórico del I.E.S. Cabrera Pinto por las facilidades para el trabajo de archivo y a los Doctores Emilio Cuevas y Fernando de Ory de la AEMet por facilitarnos amablemente los datos originales de Izaña.

Este trabajo forma parte de los resultados obtenidos en el seno del proyecto de Investigación Estructurante de la ULL: Evaluación del impacto del Cambio Climático en Canarias y del Proyecto de Investigación: Caracterización textural y mineralógica del Material Particulado Natural Atmosférico (NMPs) y su incidencia en la población canaria, financiado por el Gobierno de Canarias.

6. REFERENCIAS

- ALONSO PÉREZ, S. (2007) *Caracterización de las intrusiones de polvo africano en Canarias*. Tesis doctoral, Departamento de Física Básica, Universidad de La Laguna
- ALONSO-PÉREZ, S., CUEVAS, E., QUEROL, X., VIANA, M., GUERRA, J.C. (2007) "Impact of the Saharan dust outbreaks on the ambient levels of total suspended particle (TSP) in the Marine Boundary Layer (MBL) of the Subtropical Eastern North Atlantic Ocean". *Atmospheric Environment*, vol. 40/41, pp. 9468-9480.
- ÁLVAREZ RIXO, J.A. (1994). *Anales del Puerto de la Cruz de La Orotava 1701-1872*. Cabildo Insular de Tenerife y Patronato de Cultura del Ayuntamiento del Puerto de la Cruz. Santa Cruz de Tenerife.
- ANCHIETA Y ALARCÓN, José Antonio (1705-1767). *Diario de Apuntes Curiosos*. Manuscritos en los fondos documentales del AHPSC, AHMLL y BULL. Transcripción y notas de Daniel García Pulido. Inédito.
- ARIMOTO, R. (2001) "Eolian dust and climate: relationships to sources, tropospheric chemistry, transport and deposition". *Earth-Science Reviews*, 54, pp. 29-42.
- BANNERMAN, D. (1922) *The Canary Islands, their History, Natural History and Scenery*. Gurney & Jack, London, 365pp.
- BASART, S.; PÉREZ, C.; CUEVAS, E.; BALDASANO, J.M. and GOBBI, G.P. (2009) "Aerosol characterization in Northern Africa, Northeastern Atlantic, Mediterranean Basin and Middle East from direct-sun AERONET observations", *Atmospheric Chemistry and Physics*, 9, pp. 8265-8282.
- CRIADO, C. Y DORTA, P. (2003) "An unusual blood rain over canary islands (Spain). The storm of january 1999". *Journal of Arid Environments*, 55, pp. 765-783.
- DORTA, P. (1999) *Las invasiones de aire sahariano en Canarias*. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de Canarias y Caja Rural de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife.
- DORTA, P., GELADO, M.D., HERNÁNDEZ, J.J., CARDONA, P., COLLADO, C., MENDOZA, S., RODRÍGUEZ, M.J., SIRUELA, V., TORRES, M.E. (2005) "Frecuencia, estacionalidad y tendencias de las advecciones de aire sahariano en Canarias (1976-2003)". *Investigaciones Geográficas*, nº38, pp. 23-45.
- DORTA, P.; GELADO, M^a.D.; CARDONA, P.; COLLADO, C.; CRIADO, C.; HERNÁNDEZ, J.J.; MENDOZA, S.; SIRUELA, V.; TORRES, M^a.E.; CURBELO, D.; LÓPEZ, P. y RODRÍGUEZ, E. (2002) "Algunas consideraciones sobre la importancia del polvo de origen sahariano en el clima del archipiélago canario y su aporte a las aguas superficiales oceánicas: el episodio de abril de 2002". En: GUIJARRO, J.A.; GRIMALT, M.; FEO PARRONDO, F. (2004) "Geografía médica de Santa Cruz de Tenerife", Vegueta, 8, págs. 151-168
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1921) A propósito de una caída de polvo en Canarias. En *Tomo Extraordinario por el 50º aniversario de la fundación de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Madrid, pp. 436-445.
- FRANZEN, L. (1989) "A dustfall episode on Swedish West Coast, October 1987". *Geografiska Annaler*, nº 71, pp. 263-267

- GARCÍA-HERRERA, R.; KÖNNEN, G.P.; WHEELER, D.A.; PRIETO, M.R.; JONES, P.D. and KOEK, F.B. (2005) "A climatological database for the world's oceans 1750–1854". *Climatic Change*, nº 73, pp. 1–12.
- GOUDIE, A.S. Y MIDDLETON, N.J. (2006) *Desert Dust in the Global System*. Springer-Verlag Berlin & Heidelberg.
- GUERRA de la y PEÑA, L.A. (2002) *Memorias. Tenerife en la segunda mitad del siglo XVIII*. Estudios y notas Enrique Romén Delgado. Ediciones del Cabildo de Gran Canaria, Colección Insulas de la Fortuna 7. Las Palmas de Gran Canaria.
- JUNCO, F. del (1920). "Los últimos temporales en Canarias". *Ibérica*, nº 330, pp. 334-336.
- LITTMANN, T. (1991) "Recent african deposition in West Germany. Sediment characteristics and climatological aspects". *Catena Supplement*, nº 20, pp. 57-73
- LORENZO RODRÍGUEZ, J.B. (1987). *Noticias para la Historia de La Palma*. Tomo I. CSIC Instituto de Estudios Canarios y Excmo. Cabildo Insular de La Palma. Colección de Textos y Documentos para la Historia de Canarias. La Laguna y Santa Cruz de La Palma.
- MENÉNDEZ, I., DERBYSHIRE, E., ENGELBRECHT, J., SUCHODOLETZ, H. VON, ZÖLLER, L., DORTA, P., CARILLO, T. & F. RODRÍGUEZ DE CASTRO (2009) Saharan dust and the aerosols on the Canary Islands: past and present. En: CHENG, M. and LIU, W. (Eds.). *Airborne particulates*. Novapublishers books, Hauppauge, New York.
- PROSPERO, J.M., NEES, R.T. (1986) "Impact of the North African drought and El Niño on mineral dust in the Barbados trade winds". *Nature*, 320, pp. 735–738.
- SAMPLER BROWN, A. (1922) *Brown,s Madeira Canary Islands and Azores*. Simpkin, Marshall, Hamilton, Kent, & Co., Ltd., 12 edition. Londres.
- TORRES-PADRÓN, M.E., GELADO-CABALLERO, M.D., COLLADO-SÁNCHEZ, C., SIRUELA-MATOS, V.F., CARDONA-CASTELLANO, P.J. Y HERNÁNDEZ-BRITO, J.J. (2002) "Variability of dust inputs to the CANIGO zone". *Deep-Sea Research II*, 49, pp. 3455-3464.
- VIANA, M., QUEROL, X., ALASTUEY, A., CUEVAS, E. Y RODRÍGUEZ, S. (2002) "Influence of African dust on the levels of atmospheric particulates in the Canary Islands air quality network". *Atmospheric Environment*, 36, pp. 5861-5875.
<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>
- SCOTT, R.H. (1900) Note of a remarkable haze experienced at Tenerife, Canary Islands, february 1898. *Royal Meteorological Office*, pp. 33-36

Prensa escrita: *Boletín Agrícola, Diario de Las Palmas, Diario de Tenerife, El Liberal de Tenerife, El Progreso, La Opinión, La Prensa, La Provincia, The New York Times, The West Australian*, 18 de Febrero de 1898.