

INTRUSIONES DE POLVO DEL SAHARA Y SU IMPACTO EN LA SALUD

Julio Díaz y Cristina Linares

Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Sanidad

(publicado en el blog de
AEMET el 11 de marzo
de 2021)



Sucesivas oleadas de polvo sahariano han sido noticia en nuestro país en las últimas semanas, y han dejado rastro incluso en la nieve de nuestras montañas, como se aprecia en la cata de la imagen de la izquierda, tomada en la sierra de Guadarrama el 3 de marzo por nuestro compañero [@TFCanadas](#).

Pero el polvo en suspensión en la atmósfera no es solo un problema porque «ensucia los coches» o porque reduce la visibilidad, sino que también empeora la calidad del aire. Para conocer qué impacto en nuestra salud tienen las intrusiones de polvo del Sahara en España hemos contactado con dos expertos del Grupo de Investigación en Salud y Medio Ambiente Urbano. Gracias [@ensgismau](#) por esta colaboración en AEMETblog.



Las advecciones de polvo del Sahara son relativamente comunes en España, oscilando su frecuencia de aparición entre el 9,6 % de los días en la región Noroeste de España y el 30,1 % en la región Sureste, pasando por el 18,2 % en la región Centro y el 22,4 % en las islas Canarias según un estudio realizado en España con datos del periodo 2004-2009 (DÍAZ *et al.*, 2017).

Estos valores de frecuencia de aparición son muy similares a los registrados en otros países del sur de Europa oscilando con un 28,5 % en Palermo y el 8,8 % de Emilia-Romagna (STAFOGGIA *et al.*, 2016).

Desde el punto de vista de su **distribución temporal**, en la Península estas intrusiones están presentes en todas las épocas del año y varían según las diferentes regiones, pero como regla general, suelen darse con mayor frecuencia en los meses de junio, julio y agosto y son menores las intrusiones en los meses de invierno. Por el contrario, las islas Canarias suelen mostrar mayor frecuencia de eventos en invierno y menos en verano y en las islas Baleares las mayores frecuencias de intrusión se dan de abril a octubre (DÍAZ *et al.*, 2018; RUSSO *et al.*, 2020).

En general, cuando se produce una intrusión de polvo de origen sahariano se produce un incremento estadísticamente significativo en las concentraciones del [material particulado](#) con un aumento estadísticamente significativo en las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$, en algunos casos pueden llegar a incrementos del 110 % para el caso de las PM_{10} o del 104 % para las del $PM_{2,5}$ (DÍAZ *et al.*, 2017).

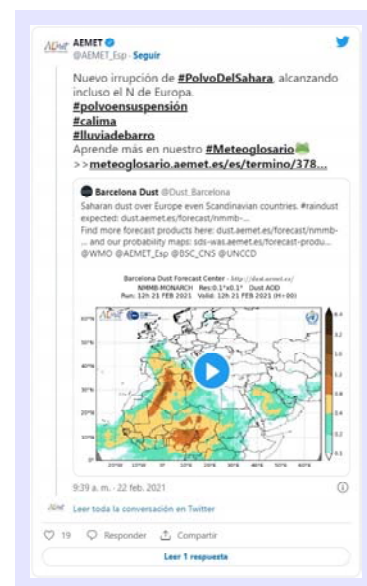


Las partículas del polvo del Sahara son de origen mineral y, en general, son el resultado de la erosión de las rocas (GRIFFIN, 2007), su composición química incluye elementos minerales tales como: cuarzo (60 %), óxidos (SiO_2 , FeO_2) y carbonatos ($CaCO_3$), acero, titanio y vanadio; en algunos casos, pueden aparecer picos de sulfatos re-

resultantes de la reacción química entre el carbonato contenido en el polvo y los gases resultantes de la contaminación ambiental presente localmente (NO_2/SO_2) (TOBIAS *et al.*, 2011a).

Impacto en la composición química de la atmósfera

Nuevas investigaciones establecen que las intrusiones de polvo del Sahara no solo aportan material particulado a la atmósfera, sino que las condiciones meteorológicas a escala sinóptica que favorecen estas advecciones, modifican la estructura de la atmósfera, haciendo que la altura de la capa de mezcla disminuya (PANDOLFI *et al.*, 2014; SALVADOR *et al.*, 2019). Esta modificación tiene un impacto no solo en el incremento del material particulado sino también en la dificultad de la dispersión convectiva de todos los contaminantes atmosféricos, lo que supone el incremento de las concentraciones de otros contaminantes como los óxidos de nitrógeno, especialmente preocupantes en atmósfera urbanas (SALVADOR *et al.*, 2019; MOREIRA *et al.*, 2019). Además, las condiciones atmosféricas en las que se produce la entrada de polvo del Sahara en España suelen llevar asociadas elevadas temperaturas y una alta insolación, por lo que



deben considerarse otros factores que inciden conjuntamente sobre la salud de la población como es el caso del ozono troposférico y el impacto de las olas de calor sobre la población (GARCÍA *et al.*, 2015).

Impacto en la salud

Es evidente que la entrada de polvo procedente del Sahara en nuestro país produce un incremento en los niveles de las PM en la atmósfera, este hecho, junto con el cambio de la composición de la atmósfera conlleva una modificación en el patrón de morbi-mortalidad asociado a los niveles de PM en el aire y al de otros contaminantes como NO₂ y O₃ (MOREIRA *et al.*, 2019).

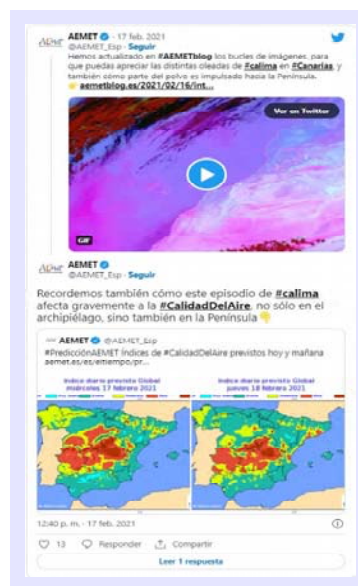
En general, en nuestro país, son relativamente escasos los estudios que analizan el impacto sobre la salud de las advecciones de polvo sahariano, centrándose estos trabajos a nivel ciudad en Barcelona, Madrid, así como en las islas Canarias.

En el caso de **Barcelona**, una investigación relaciona las intrusiones de polvo del Sahara con el aumento de los casos de enfermedad meningocócica cuatro semanas después de una intrusión de polvo sahariano (TOBÍAS *et al.*, 2011b).

En relación a la mortalidad diaria, otro trabajo realizado en esta ciudad (PÉREZ *et al.*, 2008) refiere un aumento de la mortalidad en los días con intrusiones de polvo sahariano frente a los que no se da esta circunstancia, relacionándolo con la fracción gruesa PM_{10-2,5} y no detectándose asociación estadística entre mortalidad y PM_{2,5}. En esta misma línea, pero en relación a mortalidad diaria y por diferentes causas específicas y varios tamaños de PM es destacable la investigación llevada a cabo por PÉREZ *et al.* (PÉREZ *et al.*, 2012), en ella se detecta un efecto diferenciado sobre la mortalidad por diferentes patologías según el tamaño de las partículas y la existencia o no de intrusiones de polvo del Sahara.

Para la ciudad de **Madrid**, existen diversos trabajos realizados en los dos últimos años sobre este tema. Así, un estudio realizado sobre la mortalidad diaria por todas las causas los días con y sin intrusión muestra un comportamiento diferenciado con respecto a la mortalidad. Los días con intrusiones de polvo sahariano la mortalidad asociada a las PM₁₀ es mayor que en los que no se dan intrusiones (PÉREZ *et al.*, 2008). Otros trabajos realizados en Madrid tanto para población general como para mayores de 65 años (JIMÉNEZ *et al.*, 2010) indican que, si bien los días sin intrusiones de polvo del Sahara son las concentraciones de PM_{2,5} (principal origen en el tráfico rodado) las que muestran una mayor asociación con la mortalidad diaria; durante los días con intrusión de polvo sahariano, esta asociación pasa a tener una mayor significación estadística para las PM₁₀. Este comportamiento detectado en la mortalidad también se ha evidenciado en el patrón de los ingresos hospitalarios por urgencias (REYES *et al.*, 2014).

Por último, en relación a los estudios realizados sobre la influencia del polvo sahariano sobre la salud en las **islas Canarias**, se tiene constancia de una investigación llevada a



cabo sobre las urgencias en Santa Cruz de Tenerife (GARCÍA *et al.*, 2001). Los resultados de este trabajo indican que la presencia de polvo sahariano en suspensión condiciona un aumento de la demanda asistencial urgente por patología respiratoria, trastornos de ansiedad y dolores torácicos atípicos. También es de destacar un trabajo (LÓPEZ-VILLANUEVA *et al.*, 2012) llevado a cabo en las dos capitales canarias en el que se analiza el impacto de las PM_{2,5} y las PM_{10-2,5}, sobre la mortalidad diaria, relacionándose aumentos de este material particulado con aumentos en la mortalidad tanto por causas circulatorias como respiratorias. No obstante, diversos autores han señalado que las diferentes regiones del Sahara tienen distintas propiedades mineralógicas (MORENO *et al.*, 2006; STAFOGGIA *et al.*, 2016), lo que podría afectar a la composición toxicológica de las partículas y, por tanto, a sus efectos en la salud.

Impacto biológico de la inhalación del polvo en suspensión

Además de los efectos en salud antes descritos, desde un punto de vista biológico las PM₁₀ interfieren principalmente a través del sistema respiratorio (MORANKIYO *et al.*, 2016), **estas partículas al ser inhaladas cruzan la barrera alveolar, se incorporan al torrente sanguíneo y provocan estrés oxidativo** (JAUNIAUX *et al.*, 2016), **proinflamatorio** (MOLLER *et al.*, 2014) y **protrombótico** (MARTINELLI *et al.*, 2013), esto produce hipertensión gestacional (ERICKSON *et al.*, 2014) e hipoperfusión placentaria, lo cual altera las funciones de la placenta y **se relacionaría con causas de prematuridad y bajo peso al nacer** (CLEMENTE *et al.*, 2016).

En el caso del NO₂, el mecanismo es menos conocido, pero también estaría relacionado con el estrés oxidativo antes descrito (PARK *et al.*, 2005). En el caso de las altas concentraciones de **ozono**, la asociación con las variables adversas al nacimiento puede relacionarse con la disminución del calibre de las arterias que provoca el ozono (PARK *et al.*, 2005), lo que induciría un incremento de la tensión arterial en la madre, siguiéndose un proceso similar al de las PM. En el caso del **calor**, este actúa como un potente estresante en mujeres embarazadas incidiendo claramente en las variables adversas al nacimiento (BASU *et al.*, 2010; CAROLAN-OLAH, 2014; ARROYO *et al.*, 2016). Esto explicaría la **incidencia de los días de intrusión de polvo del Sahara en las variables adversas al nacimiento** encontrada en España (MOREIRA *et al.*, 2019).

Intrusiones de polvo y COVID-19

Por último, algunos estudios en toxicología experimental en ratas han demostrado que el cuarzo, el sílice, el aluminio y los óxidos contenidos en el polvo del desierto causan inflamación de los bronquios y pulmones de ratas debido a la hiperproducción de **citoquinas** (ICHINOSE *et al.*, 2008). En la mayoría de pacientes graves afectados por la COVID-19 se ha observado lo que se conoce como tormenta de citoquinas (TANG *et al.*, 2020) que podría llevar rápidamente al agravamiento de los síntomas e incluso a la muerte al paciente. Estudios realizados en España muestra un **aumento de la incidencia y gravedad de la COVID-19 en relación a las intrusiones de polvo del Sahara ocurridas durante el estado de alarma** (LINARES *et al.*, 2021).

Conclusiones

Queda claro, por tanto, que la entrada de polvo procedente del Sahara en nuestro país produce un incremento en los niveles de las PM en la atmósfera; este hecho, junto con el cambio de la composición de las PM presentes en la atmósfera y el aumento en las concentraciones de otros contaminantes (SALVADOR *et al.*, 2019) trae consigo una modificación en el patrón de morbi-mortalidad asociado a los niveles de PM en el aire. La relativa frecuencia con que estas intrusiones se dan en la atmósfera de las ciudades españolas y su **presumible incremento como consecuencia de la desertificación atribuida al cambio climático** (EVAN *et al.*, 2016), hacen que su consideración y análisis sea de especial interés en nuestras latitudes, no solo desde el punto de vista de la salud, sino también determinando las condiciones sinópticas que están presentes cuando se producen estas advecciones. Una caracterización adecuada de estos patrones meteorológicos es clave de cara a su predicción y, por tanto, para la adopción de medidas preventivas para minimizar los impactos del material particulado sobre la salud. Los cambios en las concentraciones de diversos contaminantes encontrados en los días de advección de polvo del Sahara junto con el aumento de las temperaturas que suelen acompañar a este tipo de intrusiones en el periodo estival hacen necesario que los planes de prevención en salud pública y los sistemas de vigilancia epidemiológica integren tanto el aumento de la contaminación atmosférica como la existencia de olas de calor, así como la de otros posibles eventos presentes con una alta incidencia en la salud como son, entre otros, las sequías y los incendios forestales (LINARES *et al.*, 2020).



Referencias

- ARROYO, V., DÍAZ, J., ORTIZ, C., CARMONA, R., SÁEZ, M., LINARES, C., 2016. Short term effect of air pollution, noise and heat waves on preterm births in Madrid (Spain). *Environ. Res.*, 145: 162-168.
- BASU, R., MALIG, B., OSTRO, B., 2010. High ambient temperature and the risk of pre-term delivery. *Am. J. Epidemiol.*, 172: 1108-1117.
- CAROLAN-OLAH, M., FRANKOWSKA, D., 2014. High environmental temperature and preterm birth: are view of the evidence. *Midwifery*, 30(1): 50-59.

- CLEMENTE, D. B. P., CASAS, M., VILAHUR, N. *et al*, 2016. Prenatal ambient air pollution, placental mitochondrial DNA content, and birth weight in the INMA (Spain) and ENVIRONAGE (Belgium) birth cohorts. *Environ. Health Perspect.*, 124(5): 659-665.
- DÍAZ, J., LINARES, C., CARMONA, R., RUSSO, A., ORTIZ, C., SALVADOR, P., TRIGO, R. M., 2017. Saharan dust intrusions in Spain: health impacts and associated synoptic conditions. *Environmental Research*, 156: 455-467.
- ERICKSON, A. C., ARBOUR, L., 2014. The shared pathoetiological effects of particulate air pollution and the social environment on fetal-placental development. *J. Environ. Public Health*, 901017.
- EVAN, A. T., FLAMANT, C., GAETANI, M., GUICHARD, F., 2016. The past, present and future of African dust. *Nature*, 531(7595): 493-5.
- GARCÍA, J., HERNÁNDEZ, A., BLASCO, A., RODRÍGUEZ, B. C., RONCAÑO, E., NÚÑEZ, S., 2001. Invasión de viento sahariano y su impacto en la asistencia sanitaria urgente. *Emergencias*, 13: 372-376.
- GARCÍA, R., DÍAZ, J., TRIGO, R. M., HERNÁNDEZ, E., DESSAI, S., 2005. Extreme summer temperatures in Iberia: health impacts and associated synoptic conditions. *Annales Geophysicae*, 23: 239-251.
- GRIFFIN, D. W., 2007. Atmospheric movement of microorganisms in clouds of desert dust and implications for human health. *Clin. Microbiol. Rev.*, 20(3): 459-477.
- ICHINOSE, T., YOSHIDA, S., SADAKANE, K., TAKANO, H., YANAGISAWA, R. *et al.*, 2008. Effects of Asian sand dust, Arizona sand dust, amorphous silica and aluminum oxide on allergic inflammation in the murine lung. *Inhal. Toxicol.*, 20: 685-694.
- JAUNIAUX, E., BURTON, G. J., 2016. The role of oxidative stress in placental-related diseases of pregnancy. *J. Gynecol. Obstet. Biol. Reprod.*, 45(8): 775-785.
- JIMÉNEZ, E., LINARES, C., MARTÍNEZ, D., DÍAZ, J., 2010. Role of Saharan dust in the relationship between particulate matter and short-term daily mortality among the elderly in Madrid (Spain). *Sci. Tot. Environ.*, 408: 5729-5736.
- LINARES, C., SÁNCHEZ-MARTÍNEZ, G., KENDROVSKI, V., DÍAZ, J., 2020. A New Integrative Perspective on Early Warning Systems for Health in the Context of Climate Change. *Environmental Research*, 187: 109623.
- LINARES, C., BELDA, F., LÓPEZ-BUENO, J. A., LUNA, M. Y., SÁNCHEZ-MARTÍNEZ, G., HERVELLA, B., CULQUI, D., DÍAZ, J., 2021. Do Saharan Dust Intrusions Affect the Incidence and Severity of COVID-19 in Spain? *Environmental Science Pollution Research*. In press.
- LÓPEZ-VILLANUEVA, E., ÍÑIGUEZ, C., PERAL, N., GARCÍA, M. D., BALLESTER, F., 2012. Characterizing mortality effects of particulate matter size fractions in the two capital cities of the Canary Islands. *Environ Res.*, 112: 129-138.
- MARTINELLI, N., OLIVIERI, O., GIRELLI, D., 2013. Air particulate matter and cardiovascular disease: a narrative review. *Eur. J. Intern. Med.*, 24(4): 295-302.
- MØLLER, P., DANIELSEN, P. H., KAROTTKI, D. G. *et al.*, 2014. Oxidative stress and inflammation generated DNA damage by exposure to air pollution particles. *Mutat. Res. Rev. Mutat. Res.*, 762: 133-166.

- MORAKINYO, O. M., MOKGOBU, M., MUKHOLA, M. S., 2016. Health outcomes of exposure to biological and chemical components of inhalable and respirable particulate matter. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 1: 1-22.
- MOREIRA, I., LINARES, C., FOLLOS, F., SÁNCHEZ-MARTÍNEZ, G., VELLÓN, J. M., DÍAZ, J., 2020. Short-Term Effects of Saharan Dust Intrusions and Biomass combustion on Birth Outcomes in Spain. *Science of the Total Environment*, 134755. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134755.
- MORENO, T., QUEROL, X., CASTILLO, S., ALASTUEY, A., CUEVAS, E., HERRMANN, L. *et al.*, 2006. Geochemical variations in aeolian mineral particles from the Sahara-Sahel Dust Corridor. *Chemosphere*, 65(2): 261-70.
- PANDOLFI, M., TOBIAS, A., ALASTUEY, A., SUNYER, J., SCHWARTZ, J., LORENTE, J., PEY, J., QUEROL, X., 2014. Effect of atmospheric mixing layer depth variations on urban air quality and daily mortality during Saharan dust outbreaks. *Sci. Total. Environ.*, 494-495: 283-9.
- PARK, S. K., O'NEILL, M. S., VOKONAS, P. S., SPARROW, D., SCHWARTZ, J., 2005. Effects of air pollution on heart rate variability: the VA normative aging study. *Environ. Health Perspect.*, 113 (3): 304-309.
- PÉREZ, L., TOBIAS, A., QUEROL, X., KÜNZLI, N., PEY, J., ALASTUEY, A. *et al.*, 2008. Coarse particles from Saharan dust and daily mortality. *Epidemiology*, 19: 1-8.
- PÉREZ, L., TOBIAS, A., QUEROL, X., PEY, J., ALASTUEY, A., DÍAZ, J., SUNYER, J., 2012. Saharan dust, particulate matter and cause specific mortality: A Case-Crossover study in Barcelona (Spain). *Environmental International*, 48: 150-155.
- REYES, M., DÍAZ, J., TOBIAS, A., MONTERO, J. C., LINARES, C., 2014. Impact of Saharan dust particles on hospital admissions in Madrid. *International Journal Environmental Health Research*, 24: 63-72.
- RUSSO, A., SOUSSA, P. M., DURAO, R. M., RAMOS, A. M., SALVADOR, P., LINARES, C., DÍAZ, J., TRIGO, R. M., 2020. Saharan dust intrusions in the Iberian Peninsula: Predominant synoptic conditions. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137041. *Science of the Total Environment*, 717: 137041.
- SALVADOR, P., MOLERO, F., FERNÁNDEZ, A. J., TOBIAS, A., PANDOLFI, M. *et al.*, 2019. Synergistic effect of the occurrence of African dust outbreaks on atmospheric pollutant levels in the Madrid metropolitan area. *Atmos. Res.*, 226: 208-218.
- STAFOGGIA, M., ZAULI-SAJANI, S., PEY, J., SAMOLI, E., ALESSANDRINI, E., BASAGAÑA, X. *et al.* 2016. [Desert Dust Outbreaks in Southern Europe: Contribution to Daily PM10 Concentrations and Short-Term Associations with Mortality and Hospital Admissions](#). *Environ. Health Perspect.*, 124(4): 413-9.
- TANG, Y., LIU, J., ZHANG, D., XU, Z., JI, J., WEN, C., 2020. Cytokine Storm in COVID-19: The Current Evidence and Treatment Strategies. *Front Immunol.*, 11: 1708.
- TOBIAS, A., PÉREZ, L., DÍAZ, J., LINARES, C., PEY, J., ALASTRUEI, A., QUEROL, X., 2011a. Short-term effects of particulate matter on total mortality during Saharan dust outbreaks: A Case-Crossover analysis in Madrid (Spain). *Science of Total Environment*, 412-413: 386-389.
- TOBIAS, A., CAYLÁ, J., PEY, J., ALASTUEY, A., QUEROL, X., 2011b. Are Saharan dust intrusions increasing the risk of Meningococcal Meningitis? *Int. J. Infect Diseases*, 15: e503.