

# Las Arenas del Desierto del Sahara y las Afecciones Inflamatorias Crónicas de las Vías Respiratorias (Asma y Rinitis crónica)

Mireyma Sánchez <sup>1</sup>, Carlos Aponte <sup>2</sup>

*La lluvia azotaba el infernalmente ardiente cielo del Sahara, cayendo al suelo con caótica furia para evaporarse antes de hacer contacto con la tierra moribunda. El aire seco era aspirado nuevamente hacia las capas húmedas, repitiendo este proceso hasta que la tormenta concluyó.*

*Una hora más tarde, el borde del desierto estaba como había estado días, meses y años antes, sin revelar señal alguna de haber sido transformado por la tormenta. El calor abrasaba las interminables y desoladas dunas cambiantes, enviando torbellinos de delicado polvo hacia un cielo resplandeciente de cegadora luz. El aire mismo parecía brillar cuando la luz del sol se reflejaba en la miríada de finísimas placas de mica y sílice que la tierra sacrificaba a los cielos en obediencia convectiva.*

*Algunos de los granos de arena y minerales, las esporas y las bacterias habían recorrido ya increíbles distancias. Abandonados por vientos desvanecidos hacía mucho tiempo, habían permanecidos allí días o décadas, dispuestos a ser levantados una vez más hacia los cielos. Algunas partículas provenían de los lechos de mares antiguos y selvas primitivas; otras eran más recientes, formadas hacía apenas unos miles de años cuando la tierra se convulsionó, lanzando rocas y cenizas a los caóticos cielos al dar a luz a las tierras africanas, las implacables masas y planicies polvorientas que los rodeaban.*

*Más pequeñas que el polvo e infinitamente más livianas, estas partículas fueron elevadas sobre la tierra, flotando hacia el Oeste sobre el cálido*

*viento, llevando consigo las duras y atemporales lecciones del desierto. Sin voluntad, sin deseo, se deslizaron sobre las dunas mientras la corriente de aire se estabilizaba. Viajeras silenciosas, tocaban tierra y volvían a alzarse, cegadores torbellinos en un río de viento, y barrían llanuras abrasadas que guardaban secretos fabulosos, que escondían los tesoros y las miserias de civilizaciones desaparecidas hacía ya mucho tiempo.*

*Al introducirse en el aire más denso y espeso de la ciudad, las partículas microscópicas de polvo y minerales, de polen, hongos y bacterias, de plantas y animales muertos hace tiempo, comenzaron a aglomerarse. Inevitablemente, chocaron contra las pesadas partículas carbonosas que la humanidad lanzaba al cielo. Desde que los humanos habían descubierto el fuego, imitaban las acciones de la tierra misma, enviando cenizas y humo hacia el cielo con total abandono, oscureciendo la atmósfera, ensuciándola.*

*El viento mantenía las partículas a flote, conduciéndolas en un vuelo interminable y nómada, en una misión inexorable, de duración eterna. Habían volado sobre los campos de refugiados de zonas en conflicto, abrazado la muerte y la desesperación que se elevaba sobre el calor infernal y el aire fétido. Pasaron por los campos arrasados y las poblaciones, depositando retazos de tiempos mejores y peores y llevando consigo tanto la esperanza como la destrucción que yacía bajo ellas.*

1. Esp. Inmunología/Reumatología

Dirección: Centro Clínico de Inmunología y Reumatología (CCIR) IVSS  
mireyma.sanchez@gmail.com

2. MSc PhD

Dirección de Investigación, Desarrollo e Innovación. Dirección de Docencia, Investigación y Extensión. INHRR  
capontet2111@yahoo.fr

*Las montañas se elevaban frente a las partículas, precipitando muchas de ellas a tierra, y enviando a otras a más altura todavía. Los lagos y ríos las llamaban, henchido el aire con humedades desconocidas para las partículas, en infinitas ocasiones.*

*Algunas caían. Otras permanecían flotando, continuando su viaje transversal por sabanas y desiertos, plantaciones y ciudades.*

*Finalmente, una parte de ellas llegó al mar. En un sorprendente tumulto se dispersó, abriéndose, extendiéndose, ya sin los límites impuestos por las tierras, debajo de ellas. Como una serpiente adormecida por el calor que se desenrosca bajo una sombra imprevista, el pálido brillo dorado del polvo se convirtió en un encaje brumoso sobre las azules aguas de la costa oeste africana. Su ondulante y elegante borde avanzó hacia las distantes tierras del Caribe y las Américas, la filigrana dorada de polvos antiguos era visible desde el espacio. Miles de ojos invisibles comenzaron a observarla, esperando y preguntándose qué efecto podría tener sobre costas y vidas lejanas.*

Esta exquisita descripción de las tormentas de arena del Sahara, perteneciente a Bill Evans y Marianna Jameson de su Best Seller: Categoría 7 ¿Puede ser el clima un arma de destrucción masiva? <sup>(1)</sup>, nos permite tener una idea muy clara de lo que acontece en ese extraordinario fenómeno meteorológico anual.

Gregory Jenkins, meteorólogo de la Penn State University expresa: *He estado atrapado en esas (tormentas de polvo) antes y no hay nada bueno en estar allí, excepto que tienes miedo... No sabes lo que está pasando y el cielo se ve oscuro. No puedes decirlo. Es como, es como una tormenta de tormentas eléctricas que se acerca, y luego el viento se levanta tan rápido. Todo te está soplando, y se oscurece...*

*En el Norte de Senegal , hemos tenido varios eventos serios en las últimas dos o tres semanas. Son como este tipo de eventos antes de que salga sobre el Atlántico...<sup>(2)</sup>*

Como podemos ver estas tormentas son el producto de una delicada combinación de factores: lluvia, aire seco, calor, dunas, los granos de arena, minerales, hongos, bacterias, partículas de plantas y animales muertos, otras partículas diversas, cenizas, humo y viento, elementos químicos orgánicos sintéticos y contaminantes antropogénicos.

De hecho, los fuertes vientos (tormentas o ciclones) arrastran grandes cantidades de arena y polvo desde los suelos africanos sobre todo desde el desierto del Sahara hacia la atmósfera ("Sarahan Air Layer", SAL por sus siglas en inglés), favorecido por los suelos más secos y desnudos que se observan durante las temporadas de mayor sequía. Estamos hablando de unas 180 millones de toneladas de polvo (rico en minerales) que pueden ser desplazados durante el desarrollo de estos fenómenos <sup>(3)</sup>.

En el verano, pulsos (penachos o plumas) de polvo salen del continente africano durante días. En el mar, las masas de aire más frías del océano, impulsan esta masa de polvo a la atmósfera (**Figura 1**). El polvo se mantendrá en el aire durante días y semanas conducido por los vientos alisios (que soplan con constancia en el verano entre los trópicos y parten desde zonas subtropicales de alta presión y se dirigen rumbo a regiones ecuatoriales de baja presión). Esta masa *sui generis* impactará de manera notable la ecología y el clima de toda región que sea bañada por esta "lluvia brumosa".



**Figura 1. Mapa del globo terráqueo se revela el movimiento del polvo subsahariano para el 18 de junio. El mapa es generado utilizando el Modelo del Sistema de Observación de la Tierra Goddard, Versión 5. En el mapa se muestra: 1. el grosor óptico de los aerosoles, 2. una medida de la cantidad de luz que los aerosoles dispersan y absorben, y 3. un indicador del número de partículas en el aire. Los colores naranja y marrón indican condiciones extremadamente nebulosas. Crédito: NASA EO / Joshua Stevens / Global Modeling and Assimilation Office at NASA GSFC. <https://www.sao.org.uy/2020/06/22/la-nasa-observa-una-gran-nube-de-polvo-del-sahara-sobre-el-oceano-atlantico/> (4)**

Los vientos alisios barrerán este polvo a través del Atlántico y lo dirigirán hacia el Caribe y la América del Norte. Efectivamente, durante este año, el polvo del desierto del norte de África se extendió por el Caribe desde mediados de junio para posteriormente desplazarse hacia Norteamérica. La localización geográfica a  $00^{\circ} 38' 53''$ ;  $12^{\circ} 12' 00''$  de latitud Norte y  $59^{\circ} 47' 50''$ ;  $73^{\circ} 22' 38''$  de longitud Oeste, somete a Venezuela a la influencia de los Vientos Alisios del Noreste del hemisferio norte y los Vientos Alisios del sureste del hemisferio sur. De hecho, de los penachos de polvo que cruza el océano hacia el Caribe, el polvo que caerá sobre islas y países de la región es de un carácter muy fino ( $\leq 10 \mu\text{m}$  de ancho) <sup>(2)</sup>.

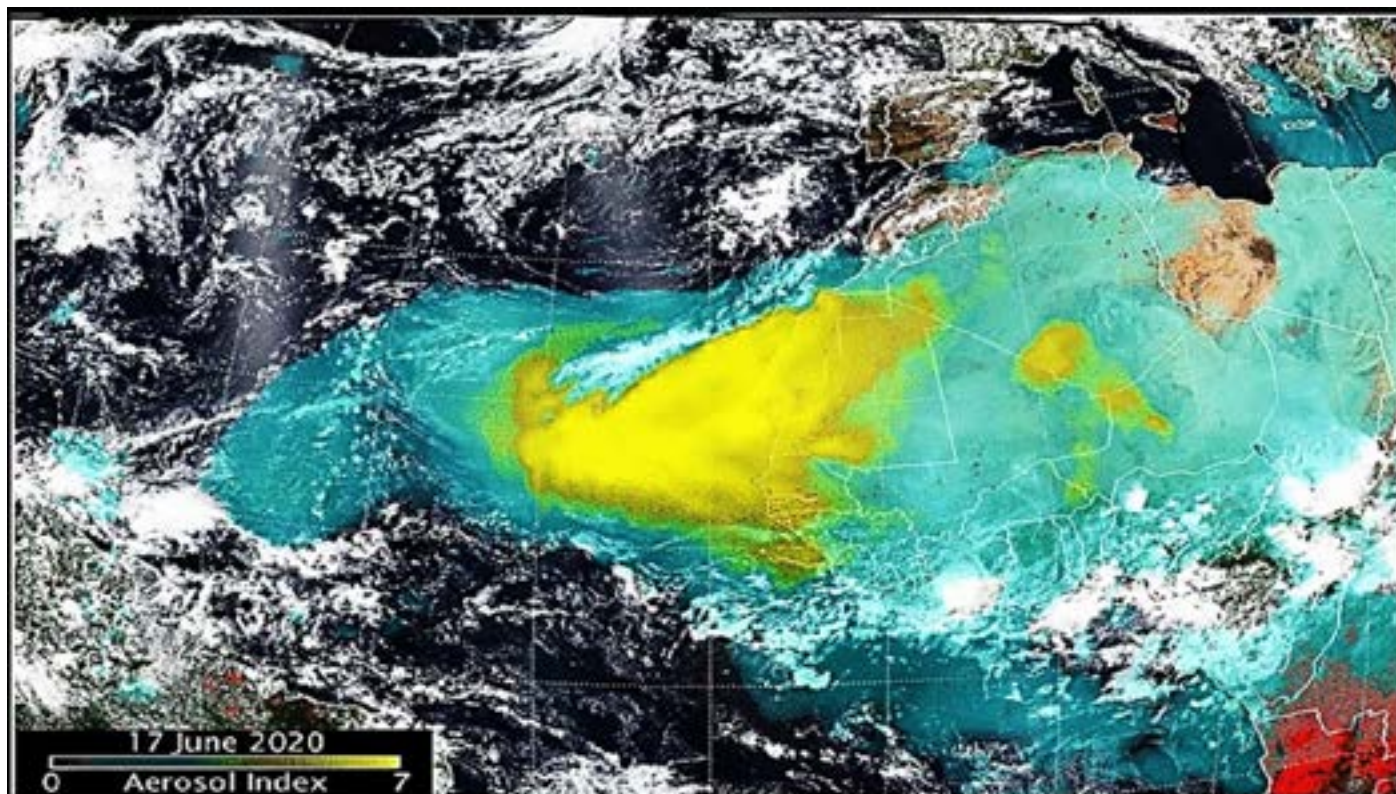
### Impactos de las arenas "viajantes" del desierto africano

Desde el punto de vista meteorológico, la intensa inyección de polvo, producto de este espectacular fenómeno SAL (**Figura 2**), afecta el balance radiativo tanto regional como global (rango de -0.6 a 0.4 Wm<sup>-2</sup>), las propiedades microfísicas de las nubes, la estabilidad y

calentamiento atmosférico, actividad ciclónica tropical, la actividad del motor térmico de las tormentas, alteración de las características y frecuencia promedio de las lluvias (lluvia marrón), atardeceres naranjas, amarillos y ardientes, puestas de sol coloridas.

De hecho, el polvo mineral actúa como un forzamiento radiativo negativo en el sistema climático, compensando el forzamiento infrarrojo positivo vinculado a la acumulación de gases de efecto invernadero antropogénicos, enfriando las temperaturas superficiales del océano Atlántico a nivel regional.

El polvo del Sahara deriva de suelos áridos, abanicos aluviales o antiguas formaciones arcillosas. De hecho, está compuesto de elementos provenientes de roca triturada, muy fina, y de diferentes elementos químicos producto de los efectos de la meteorización y fraccionamiento mineralógico y químico. Se ha propuesto valores químicamente definidos durante la caracterización del polvo sahariano <sup>(5)</sup>: aluminio, Al (7.9% +/- 0.79); hierro, Fe



**Figura 2.** Captura desde una animación GIF de los aerosoles en el penacho gigante de polvo sahariano. Este polvo se encuentra en movimiento por los vientos que soplan desde la costa occidental de África y que se registraron durante los días 13 - 18 de Junio de 2020. Se indica en la figura (izquierda/abajo) el índice de aerosol, el cual fue creado a partir de la Suite de Mapas y Ozono (OMPS) del satélite Suomi NPP de la NASA-NOAA. De hecho, son datos superpuestos sobre imágenes visibles del Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS). Créditos: NASA / NOAA, Colin Seftor. Disponible en: <https://www.sao.org.uy/2020/06/22/la-nasa-observa-una-gran-nube-de-polvo-del-sahara-sobre-el-oceano-atlantico/>

(4.45% +/- 0.49); fósforo, P (0.082% +/- 0.011); Pb [ppm] (24 +/- 9)

Desde el punto de vista ecológico, P, N y Fe sirven de micronutrientes tanto a nivel de los continentes barridos por el polvo subsahariano como, también, la extensión de la superficie oceánica afectada, produciendo eventos ecológicamente relevantes, tales como la ampliación de las arenas de las playas en el Caribe y la fertilización de los suelos en los bosques lluviosos del Amazona. De hecho, es muy probable que en tierras amazónicas, el polvo subsahariano juegue un rol fundamental en el ciclo de nutrientes. Esa deposición estacional de hierro y otros minerales afecta la ecología bacteriana y micológica de la región tanto es su capa superior de suelo como en las superficies de

la cubierta <sup>(6)</sup>. Mientras que, por otro lado, se contabiliza que unas 22.000 toneladas/año de P son vertidos en el Amazonas y esto representa sólo el 0.08% de los 27.7 millones de toneladas de polvo sahariano que llueve sobre la región en un año. El P debe renovarse con frecuencia en el Amazonas dada la pérdida de este elemento por las frecuentes y fuertes lluvias. Esto genera una fuerte dependencia de estas selvas con las arenas viajeras del África <sup>(7)</sup>.

Otro aspecto a destacar, es el impacto del polvo sahariano en la productividad oceánica, dada la deposición de partículas minerales que suministran numerosos macro y micronutrientes. Los análisis estadísticos muestran que la tensión del viento a lo largo de la costa africana y la corriente ascendente

inducida son los responsables de la variabilidad de la clorofila en la superficie. Interesantemente, la deposición de polvo tiende a correlacionar con la mejora de la clorofila, incrementándose entre 2 - 4 mg m<sup>-3</sup> <sup>(8)</sup>.

### Elementos químicos, agentes patógenos y las arenas del desierto africano.

También existen aspectos de impacto negativo del polvo sahariano. Así tenemos que este fenómeno puede ser fuente importante -como se destacó- y episódica de elementos de relevancia ambiental, p. ej. Fe. Los pulsos naturales de Fe transportado por los penachos de polvo sahariano sobre las aguas marinas tropicales correlacionan con el aumento de hasta 30 veces de bacterias cultivables del género *Vibrio*, teniendo aumentos de entre 1 - ~20% de la comunidad microbiana total. Esto tiene implicaciones en la intersección entre la ecología marina, la biogeoquímica del Fe, salud ambiental y humana<sup>(9)</sup>.

Por otro lado, se observa desde finales de los años 1970, un continuo declinar de la barrera de coral caribeña, declinación que parece coincidir con el incremento de transporte de polvo trasatlántico. Eventos remarcables parecen asociarse con el fenómeno: la sincrónica mortalidad de los corales acropóridos y del *echinoidea Diadema*, así como también del inicio del blanqueamiento de los corales. Este último impacto correlaciona con los máximos de flujo de polvo en el Caribe. Varios elementos han sido implicados, tales como: Fe (III), Si, arcilla de minerales de suelo, tales como illita, cuarzo, kaolinita, clorita, microclina, plagioclase y calcita<sup>(10,11)</sup>. También, se detectan elementos como manganeso,

escandio, cobalto, mercurio, selenio y plomo<sup>(11)</sup>. Muchos de estos minerales tienden a depositarse gradualmente sobre el Mar Caribe y terminan localizándose sobre los corales que lo asimilan durante su crecimiento (*ibid*).

Otros efectos negativos se dan en la agricultura, con la reducción del rendimiento de los cultivos al enterrar los plantones, la pérdida de tejido vegetal, la reducción de la actividad fotosintética y el incremento de la erosión del suelo.

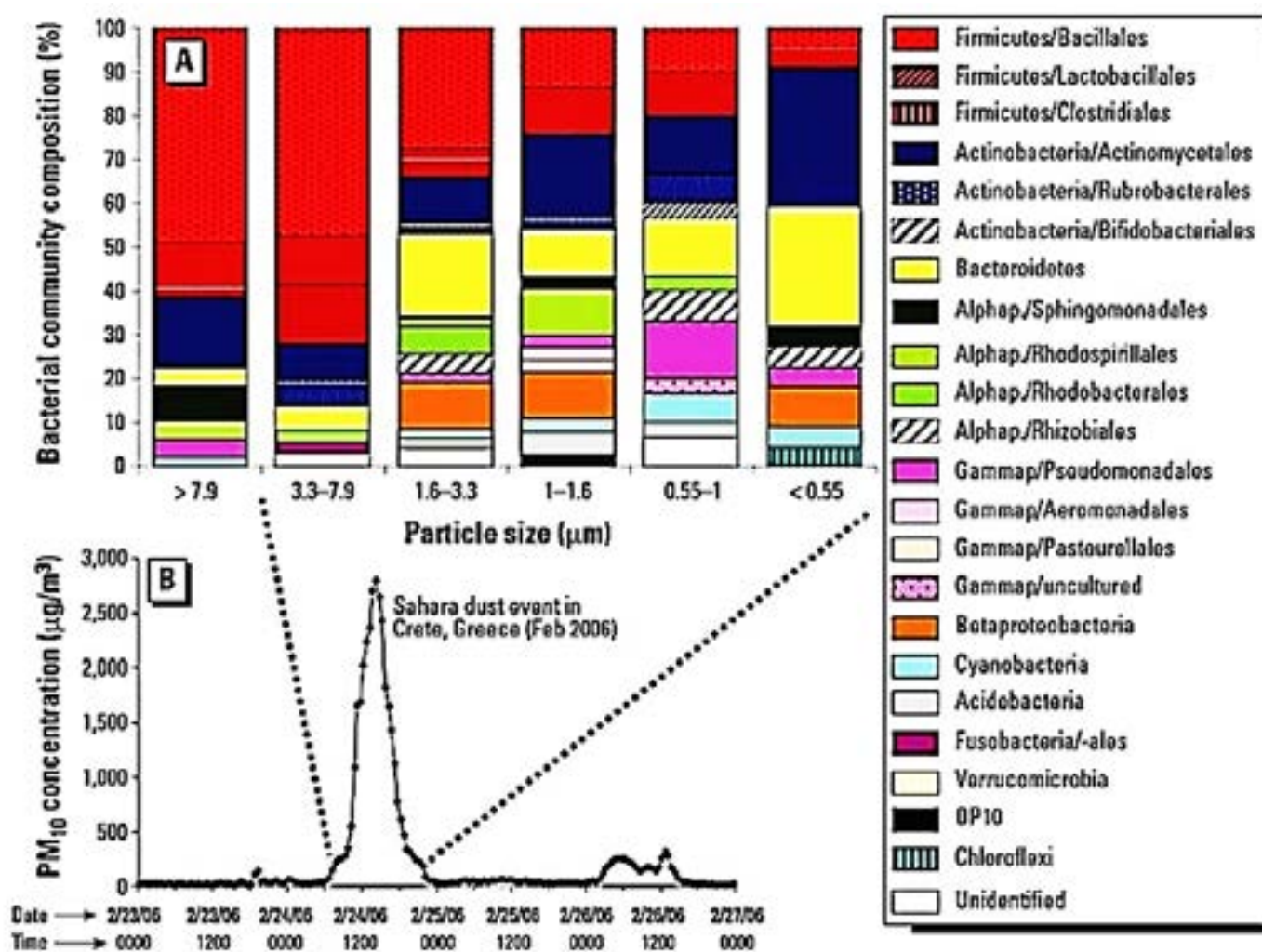
Del polvo subsahariano se han aislado hasta 19 géneros distintos de bacterias y al menos 3 géneros de hongos, los cuales son transportados también en las tormentas de polvo. Respecto a los virus, el número de partículas similares a virus se han encontrado en muestras atmosféricas en las Islas Vírgenes de EE. UU las cuales presentaban concentraciones de unos  $1.8 \times 10^4 \text{ m}^{-3}$  y en una concentración en el polvo africano de unos  $2.13 \times 10^5 \text{ m}^{-3}$ <sup>(12)</sup>.

Interesantemente, se han evaluado los impactos en las comunidades bacterianas residentes de la tropósfera baja por la intrusión del polvo subsahariano<sup>(13)</sup>. Los tres *phylas* más representativos durante un evento de inyección de polvo sahariano fueron: (a) *Proteobacterias: Rizzobiales, Sphingomonadales, Rhodobacterales*; (b) *Actinobacterias: Geodermatophilaceae*; (c) *Firmicutes: Bacillaceae*. De hecho, diversos estudios demuestran el potencial de los microorganismos a ser transportados sobre largas distancias a través de la atmósfera y su capacidad de colonizar nuevos hábitats.

Así, organismos causantes de la plaga, ántrax, tuberculosis, influenza y aspergilosis, hantavirus, meningitis meningocócica y coccidioidomicosis son transportados por el aire.

En un estudio realizado al este de la región mediterránea durante un evento de polvo sahariano, se caracterizaron las comunidades bacterianas asociadas con partículas de aerosol en diferentes rangos de tamaño [Fracción 11(F11), > 7.9  $\mu\text{m}$ ; F12, 3.3–7.9  $\mu\text{m}$ ; F13, 1.6–3.3  $\mu\text{m}$ ; F14, 1–1.6  $\mu\text{m}$ ; F15, 0.55–

1  $\mu\text{m}$ ; y F27, < 0,55  $\mu\text{m}$ ) mediante análisis de los genes del ARNr 16S. En la **Figura 3**, se muestran parte de los resultados obtenidos. Las bacterias formadoras de esporas, como los *Firmicutes*, se detectaron vinculados a partículas > 3,3  $\mu\text{m}$ , mientras que *Actinobacterias* y *Bacteroidetes* asociados a partículas < 3,3  $\mu\text{m}$ . Partículas con tamaños asociados a partículas de impacto respiratorio (< 3,3  $\mu\text{m}$ ) se encontraron estrechamente relacionados con patógenos humanos.



**Fig. 3.** Análisis de una muestra de un evento de polvo sahariano en Creta, Grecia. Se puede observar tanto la composición de comunidades bacterianas [A] en la muestra como la composición en partículas de diferentes tamaños (concentración PM<sub>10</sub>) [B]. Alphap: Alphaproteobacteria; Gammap, Gammaproteobacteria. Tomado de referencia (14); disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/5517394\\_Particle\\_Size\\_Distribution\\_of\\_Airborne\\_Microorganisms\\_and\\_Pathogens\\_during\\_an\\_Intense\\_African\\_Dust\\_Event\\_in\\_the\\_Eastern\\_Mediterranean/link/02bfe511162840b188000000/download](https://www.researchgate.net/publication/5517394_Particle_Size_Distribution_of_Airborne_Microorganisms_and_Pathogens_during_an_Intense_African_Dust_Event_in_the_Eastern_Mediterranean/link/02bfe511162840b188000000/download)

También se tiene una larga lista de patógenos de plantas eficientemente transportados por el polvo sahariano: El agente del tizón tardío o mildiu de la papa, *Phytophthora infestans*; la pierna negra de la papa, *Erwinia carotovora* y *E. chrysanthemi*; la Antracnosis de la lenteja, *Colletotrichum truncatum*; hongo patógeno del trigo, *Puccinia graminis*; la roya de la caña de azúcar, *P. melanocephala*; la roya del café, *Hemileia vastatrix* y la mancha foliar de la banana, *Mycosphaerella musicola*<sup>(9)</sup>. Se ha detectado aislamiento directo, de eventos de polvo sahariano, de formas patogénicas activas de *Aspergillus sydowii* (fan disease), *Cladosporium cladosporioides*, *Pseudomonas alcalophila*, *Paracoccus spp.* y *Kocuria erythromyxa*.

### Las Arenas "viajeras" del desierto africano y los estados alérgicos.

El polvo que se registró este año es uno de los más densos en medio siglo de observaciones. Esto ha despertado expectativas y la consecuente presencia de una niebla espesa que reduce la visibilidad. Las implicaciones en salud humana ya han sido parcialmente destacados; sin embargo, buena parte de la afectación de la salud humana parecen depender no solo del tamaño de las partículas y de la cantidad de la mismas inhaladas por el paciente sino también parece depender de las condiciones previas de la persona afectada, p. ej., todo paciente asmático o alérgico parecen tener cierta predisposición o susceptibilidad incrementada a padecer los efectos de los penachos de polvo sahariano.

Este polvo puede definirse como un material particulado que se comporta como un aerosol, es decir se comporta como una

mezcla heterogénea de partículas sólidas o líquidas en un medio gaseoso, cuyo tamaño va desde 0,002  $\mu\text{m}$  (algunas moléculas) hasta 100  $\mu\text{m}$ , lo que significa que se pueden mantener en suspensión por un tiempo de al menos 1 hora. Por tanto, en función del tiempo y el clima, el polvo puede quedar suspendido en el aire durante días y producir relevantes brotes de asma y alergia locales. De hecho, diversos estudios tienden a asociar un incremento en la severidad de los estados alérgicos con la existencia de eventos de polvo sahariano. Así tenemos que existe una fuerte correlación entre la deposición del tamaño de partícula inhalado con las enfermedades localizadas en la región nasofaríngea, en la región traqueobronquial o en la región del tejido pulmonar inferior.

El tamaño de las partículas de polvo es clave para determinar el potencial peligro para la salud. Las partículas de un tamaño superior a 10  $\mu\text{m}$  no se pueden respirar y dañan solo los órganos externos (causan principalmente irritación en la piel y los ojos, conjuntivitis y mayor susceptibilidad a las infecciones oculares). Las partículas que se pueden inhalar, aquellas con un tamaño inferior a 10  $\mu\text{m}$ , en general quedan atrapadas en la nariz, boca y la parte superior del tracto respiratorio, asociándose a trastornos respiratorios como el asma, la traqueítis, la neumonía, la rinitis alérgica y la silicosis. Las partículas más pequeñas pueden penetrar hacia la parte inferior del tracto respiratorio e ingresar al torrente sanguíneo, desde donde pueden afectar los órganos internos y causar trastornos cardiovasculares.

El asma es una de esas afecciones inflamatorias crónicas de las vías respiratorias, la cual es caracterizada por manifestaciones clínicas heterogéneas y variables en el tiempo pero que suele traducirse en sibilancias repetitivas, tos y falta de aliento secundaria a limitaciones reversibles del flujo de aire <sup>(15)</sup>. Diversos estudios han vinculado las tormentas de arena con la exacerbación del asma<sup>(16, 17)</sup>. Así en un estudio llevado a cabo en El Paso (Texas), los eventos de polvo se vincularon con un incremento de la probabilidad de ser hospitalizado por asma de hasta 1.11 veces <sup>(18)</sup>. En Australia, un incremento de hasta un 23,0 % se observó en los ingresos a las emergencias relacionadas con asma luego de una tormenta de polvo <sup>(19)</sup>.

Por otro lado, el polvo parece ser el principal factor contribuyente que desencadena, otra de las afecciones características, la rinitis alérgica en los Estados Unidos, Asia-Pacífico y América Latina<sup>(15, 20)</sup>. Para Cakmak y col.<sup>(21)</sup> las partículas de polvo son la causa vinculante más relevante para la génesis de la rinitis alérgica, y de hecho podría ser inducida por componentes del polvo o esporas de hongos presentes en el aire; también se deberá incluir pólenes de plantas y gramíneas, esporas de hongos, mohos, ácaros del polvo, emisiones antropogénicas y detritos orgánicos.

Para el sistema respiratorio, las células epiteliales (CE) son una exquisita barrera física, secretoras de moco y de enzimas protectores contra diversos agentes que tienden a ser inhalados durante el proceso respiratorio (unos 10.000 litros de aire son transportados por día por los pulmones). Las CE expresan diferentes receptores localizados

sobre la membrana, entre los cuales podemos destacar los denominados receptores de reconocimiento de patógenos (PRR); de estos, resaltamos, las lectinas de unión a manosa (MBL), receptores tipo toll, CD14, receptores activados por proteasas, entre otros<sup>(22)</sup>. Estos receptores pueden ser estimulados por diferentes materiales contenidos en las partículas de polvo. La estimulación de estos receptores está asociada con procesos de señalización que inducen la producción de citoquinas pro-inflamatorias [interleucina (IL)-1 $\beta$ , IL6, IL8, IL12, IL17A, interferón gamma, TNF $\alpha$ , IL4, IL13IL5]. Estas citoquinas son inductoras de maduración de Eosinófilos, producción IgE, mucus, remodelamiento de las vías respiratorias, liberación de factores fibrocíticos (TGF- $\beta$ 1); todo ello juega en favor de un ambiente pro inflamatorio necesario para la potenciación del asma y enfermedades alérgicas en vías respiratorias superiores<sup>(15, 22)</sup>.

### **Recomendaciones y sugerencias para pacientes con asma y enfermedades alérgicas en vías respiratorias superiores.**

Se estima que la concentración de polvo para este año se encuentra entre 30 a 50 microgramos por metro cúbico, un número muy alto, comparable al de grandes metrópolis con alta contaminación atmosférica. Por tanto,

- a) Los pacientes que ya tienen un diagnóstico de asma y de enfermedad alérgica de vía respiratoria superior con control regular y tratamiento, deberá ajustar las dosis de la medicación, sugerida por su médico (a) tratante, durante el tránsito de estos eventos.
- b) Los pacientes pueden tomar -de manera preventiva- su medicación habitual aun cuando no tengan síntomas alérgicos.



c) Durante estos períodos de tránsito de polvo sahariano pudiesen aflorar otras manifestaciones alérgicas distintas a las presentadas originalmente por el paciente o manifestar sintomatología clásica tales como ardor o picor ocular, lagrimeo, conjuntivitis, sequedad u obstrucción nasal, tos irritativa, moqueo nasal o broncoespasmo.

d) Un mayor control y seguimiento deberán tener los paciente con enfermedades coexistente (comorbilidad). De hecho, el asma p.ej. es una enfermedad que puede tener carácter multisistémico y comorbilidades<sup>(23)</sup>. La fibromialgia, síndrome de fatiga crónica y síndrome de intestino irritable son comorbilidades comunes en asma<sup>(24)</sup>.

e) Los mediadores inflamatorios como la histamina y las citosinas aumenta la latencia al movimiento rápido de los ojos y la obstrucción nasal durante las reacciones alérgicas, pudiendo afectar directamente al sistema nervioso central, lo que contribuye a la alteración del sueño y la fatiga.

Entre las recomendaciones para pacientes susceptibles a enfermedades alérgicas en vías respiratorias y con potencial exposición a polvo sahariano tenemos:

- \* Mantenerse en casa.
- \* Uso de las mascarillas para protección de las vías respiratorias.
- \* Disminuir el tiempo de exposición al aire libre.
- \* Beber más agua de lo habitual para mantenerse bien hidratado.
- \* Utilizar lágrimas artificiales en los ojos para evitar la irritación ocular.
- \* Evitar levantar mucho polvo durante la estancia en casa y limpiar siempre con un

pañó húmedo.

\* Evitar en lo posible la exposición a ambientes climatizados con aires acondicionados.

## REFERENCIA

1. Evans, B. & Jameson, M. Capítulo 1. Categoría 7 ¿Puede ser el clima un arma de destrucción masiva? SUMA de letras. Torrelaguna. España. 2007, pg. 21-23.
2. Navarro, A. Everything you need to know about Sanaran dust. AccuWeather. USA. 2020. Disponible en: <https://www.accuweather.com/en/health-wellness/everything-you-need-to-know-about-saharan-dust/764481>
3. Borunda, A. Saharan dust is bad for health. But it's also crucial to Earth's biology and climate. National Geography. USA. 2020. Disponible en: <https://www.nationalgeographic.com/science/2020/06/concerned-saharan-dust-plume-crucial-to-ecosystem/?cmpid=org=ngp::mc=social::src=twitter::cmp=editorial::add=tw20200701science-saharadustplume::rid=&sf235628520=1>
4. Costa, C. La NASA observa una gran nube de polvo del Sahara sobre el océano Atlántico. Sociedad Astronómica Octante. Uruguay. 2020. Disponible en: <https://www.sao.org.uy/2020/06/22/la-nasa-observa-una-gran-nube-de-polvo-del-sahara-sobre-el-oceano-atlantico/>
5. Guieu, C., Loyer-Pilot MD., Ridame, C. & Thomas, C. Chemical characterization of the Saharan dust end-member: Some biogeochemical implications for the western Mediterranean Sea. J. Geophys. Res. USA. 2002.107(D15). Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/228765489\\_Chemical\\_characterization\\_of\\_the\\_Saharan\\_dust\\_end-member\\_Some\\_biogeochemical\\_implications\\_for\\_the\\_western\\_Mediterranean\\_Sea](https://www.researchgate.net/publication/228765489_Chemical_characterization_of_the_Saharan_dust_end-member_Some_biogeochemical_implications_for_the_western_Mediterranean_Sea)
6. Rizzolo, J., Barbosa, C., Borillo, G. & Godoy, A. Mineral nutrients in Saharan dust and their potential impact on Amazon rainforest ecology. Atmos. Chem. Phys. USA.2016. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/305034391\\_Mineral\\_nutrients\\_in\\_Saharan\\_dust\\_and\\_their\\_potential\\_impact\\_on](https://www.researchgate.net/publication/305034391_Mineral_nutrients_in_Saharan_dust_and_their_potential_impact_on)

Amazon\_rainforest\_ecology

7. Science News. Massive amounts of Saharan dust fertilize the Amazon rainforest. University of Maryland. USA.2015. Disponible en: <https://www.sciencedaily.com/releases/2015/02/150224102847.htm>
8. Ohde, T. & Siegel, H. Impacts of Saharan dust on the marine environment in the area off Northwest Africa. In Remote Sensing of the African Seas. Netherlands. 2014., pp. 119 - 133. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/265422047\\_Impacts\\_of\\_Saharan\\_Dust\\_on\\_the\\_Marine\\_Environment\\_in\\_the\\_Area\\_off\\_Northwest\\_Africa](https://www.researchgate.net/publication/265422047_Impacts_of_Saharan_Dust_on_the_Marine_Environment_in_the_Area_off_Northwest_Africa)
9. Westrich, JR., Ebling, AM., Landing, WM., Joyner, JL., Kemp, KM., Griffin, DW. & Lipp, EK. Saharan dust nutrients promote Vibrio bloom formation in marine surface waters. PNAS. USA. (2016) 113(21): 5964-5969. Disponible en: <https://www.pnas.org/content/113/21/5964#:~:text=We%20demonstrate%20that%20Saharan%20dust,driver%20of%20Vibrio%20population%20dynamics>.
10. Shinn, EA., Smith, G., Prospero, JM., Betzer, P., Hayes, ML., Garrison, V. & Barber, RT. African dust and demise of Caribbean Coral Reefs. Geophys. Res. Lett. (2000). 27(19):3029-3032. Disponible en: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2000GL011599>
11. Garrison, V., Shinn, E., Foreman, WT., Griffin, DW., Holmes, Ch., Kellogg, Ch., Majewski, M., Richardson, L., Ritchie, K. & Smith, GW. African and Asian dust: from desert soils to coral reefs. BioScience. (2003). 53(5): 469-480. Disponible en: <https://academic.oup.com/bioscience/article/53/5/469/241414>
12. Kellogg, C.A., Griffin, D.W., Garrison, V.H. et al. Characterization of Aerosolized Bacteria and Fungi From Desert Dust Events in Mali, West Africa. Aerobiologia (2004). 20, 99-110.
13. Gonzalez-Toril, E., Osuna, S. & Aguilera, A. Impacts of Saharan dust intrusions on bacterial communities of the low troposphere. Scientific reports. (2020). 10, 6837. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-63797-9>
14. Polymenakou, PN., Mandalakis, M., Stephanou, EG. & Tselepidis, A. Particle Size Distribution of Airborne Microorganisms and Pathogens during an Intense African Dust Event in the Eastern Mediterranean. Environmental Health Perspective. Grecia. 2008. 116 (3): 292-296. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/5517394\\_Particle\\_Size\\_Distribution\\_of\\_Airborne\\_Microorganisms\\_and\\_Pathogens\\_during\\_an\\_Intense\\_African\\_Dust\\_Event\\_in\\_the\\_Eastern\\_Mediterranean/link/02bfe511162840b188000000/download](https://www.researchgate.net/publication/5517394_Particle_Size_Distribution_of_Airborne_Microorganisms_and_Pathogens_during_an_Intense_African_Dust_Event_in_the_Eastern_Mediterranean/link/02bfe511162840b188000000/download)
15. Zhang, X., Zhao, L., Tong, DQ., Wu, G., Dan, M., & Teng, B. A Systematic Review of Global Desert Dust and Associated Human Health Effects. MDPI. (2016). 7(12), 158. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4433/7/12/158/htm>
16. Prospero, J.M.; Blades, E.; Naidu, R.; Mathison, G.; Thani, H.; Lavoie, M.C. Relationship between African dust carried in the Atlantic trade winds and surges in pediatric asthma attendances in the Caribbean. Int. J. Biometeorol. 2008, 52, 823-832. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-008-0176-1>
17. Gyan, K.; Henry, W.; Lacaille, S.; Laloo, A.; Lamsee-Ebanks, C.; McKay, S.; Antoine, R.M.; Monteil, M.A. African dust clouds are associated with increased paediatric asthma accident and emergency admissions on the Caribbean island of Trinidad. Int. J. Biometeorol. 2005, 49, 371-376. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/8039497\\_African\\_dust\\_clouds\\_are\\_associated\\_with\\_increased\\_paediatric\\_asthma\\_accident\\_and\\_emergency\\_admissions\\_on\\_the\\_Caribbean\\_island\\_of\\_Trinidad](https://www.researchgate.net/publication/8039497_African_dust_clouds_are_associated_with_increased_paediatric_asthma_accident_and_emergency_admissions_on_the_Caribbean_island_of_Trinidad).
18. Grineski, S.E.; Staniswalis, J.G.; Bulathsinhala, P.; Peng, Y.; Gill, T.E. Hospital admissions for asthma and acute bronchitis in El Paso, Texas: Do age, sex, and insurance status modify the effects of dust and low wind events? Environ. Res. 2011, 111, 1148-1155. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21782162/>
19. Merrifield, A.; Schindeler, S.; Jalaludin, B.; Smith, W. Health effects of the September 2009 dust storm in Sydney, Australia: Did emergency department visits and hospital admissions increase? Environ. Health 2013, 12, 32. Disponible

en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3639126/pdf/1476-069X-12-32.pdf>

20. Meltzer, E.O.; Blaiss, M.S.; Naclerio, R.M.; Stoloff, S.W.; Derebery, M.J.; Nelson, H.S.; Boyle, J.M.; Wingertzahn, M.A. Burden of allergic rhinitis: Allergies in America, Latin America, and Asia-Pacific adult surveys. *Allergy Asthma Proc.* 2012, 33, S113–S141. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.ov/22981425/#:~:text=Abstract,children%20in%20the%20United%20States.&text=The%20prevalence%20of%20physician%2Ddiagnosed,%25%20in%20Asia%2DPacific%20adults>.

21. Cakmak, S.; Dales, RE; Burnett, RT; Judek, S.; Coates, F.; Brook, JR Effect of airborne allergens on emergency visits by children for conjunctivitis and rhinitis. *Lancet.* 2002. 16;359(9310):947-8.

22. Rivas-Santiago, BT., Torres Rojas, M. Bobadilla Lozoya, K. & Sada Diaz, E. Papel de las células epiteliales en la respuesta inmune del pulmón. *Revista del Inst. N. de Enf. Resp.* (2005). 18(4). Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0075-52222006000100008#:~:text=Las%20c%C3%A9lulas%20epiteliales%20son%20capaces,%20antimicrobianos%20C%20defensinas%20inmunidad%20innata](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222006000100008#:~:text=Las%20c%C3%A9lulas%20epiteliales%20son%20capaces,%20antimicrobianos%20C%20defensinas%20inmunidad%20innata).

23. Liang, Z., Liu, L., Zhao, H., Día, Y., Zhang, W. Ye, Y., et al. A systematic inflammatory endotype of asthma with more severe disease identified by unbiased clustering of serum cytokine profile. *Medicine.* 2016. 95(25):3E774. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4998303/>

24. Hyland, M., Lanario, JW. & Masoli, M. Evidence for similarity in symptoms and mechanism: The extra-pulmonary symptoms of severe asthma and the polysymptomatic presentation of fibromyalgia. *Immun Inflamm Dis.* 2019. 7(4): 239-249. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6842811/>