

Impacto de las Nubes de polvo del Sahara sobre la dispersión biogeográfica de patógenos y la Salud. Caracterización del polvo sobre Cuba

Mojena López Eugenio,
Ortega González Antonia

Centro de Pronóstico. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Municipio Regla, La Habana, Cuba.

eugenio.mojena@insmet.cu, emoje@yahoo.com

Resumen: Las Tormentas de Polvo del Sahara incorporan a la atmósfera millones de toneladas de polvo que se desplazan sobre el Atlántico, con una marcada marcha espacio temporal. El mayor transporte sobre el Mar Caribe se produce durante el verano, estas nubes de polvo formadas por diferentes compuestos minerales, incorporan a la atmósfera enormes cantidades de biopartículas como virus, bacterias, hongos etc. Estos eventos desempeñan un papel fundamental en su transporte, contribuyen a la dispersión biogeográfica a grandes distancias de microorganismos y de patógenos estableciéndose un puente entre continentes cuya microbiota impacta a ecosistemas marítimos y terrestres situados a miles de kilómetros a sotavento de las regiones fuentes, afectando la salud del hombre, animales y plantas. Las nubes de polvo establecen sus condiciones sobre el tiempo, el clima y el medio ambiente en las regiones bajo su influencia. Es posible que los microorganismos transportados en el polvo africano puedan ser vinculados a algunos brotes epidémicos en el Caribe, estableciéndose el caribe como un corredor del Asma debido a la presencia de estas nubes

El objetivo principal de este trabajo es caracterizar la presencia de las nubes de polvo del Sahara en Cuba, por provincias y el municipio especial de la Isla de la Juventud. Se emplean fundamentalmente imágenes satelitales, datos de Índice de Aerosol con el Software TaiSat y se emplean las técnicas del Procesamiento Digital de Imágenes y la Estadística Multivariada. Se define la Temporada del Polvo en Cuba y se determina el comportamiento general del polvo en Cuba, Para las diferentes estaciones del año.

Palabras Clave: Tormenta de Polvo del Sahara, nube de polvo, salud, biopaticulas

I. INTRODUCCION

Las Tormentas de Polvo del Sahara incorporan a la atmósfera millones de toneladas de polvo, que se desplazan sobre el Atlántico de forma diferente dependiendo de la época del año, estas nubes de polvo se desplazan miles de kilómetros dando lugar a eventos transcontinentales y transoceánicos, que enlazan puntos muy distantes del planeta conjuntamente con estas nubes de polvo, constituidas por material particulado de diferentes compuestos minerales, estas tormentas incorporan a la atmósfera enormes cantidades de biopartículas y otros compuestos, jugando las mismas un papel fundamental en su transporte, por lo que estos eventos contribuyen a la dispersión a grandes distancias de microorganismos

expandingo la dispersión biogeográfica de patógenos. Estableciendo un puente entre continentes donde la microbiota contenida dentro de él puede impactar a ecosistemas situados a miles de kilómetros a sotavento de las regiones fuentes afectando la salud de los mismos Alcanzando la dispersión biogeográfica de patógenos una nueva dimensión. Estos grandes eventos de Polvo impactan el Clima, el Tiempo, el Medioambiente y la salud del hombre, animales, plantas y ecosistemas completos marítimos y terrestres.

Es posible que los microorganismos transportados en el polvo africano puedan ser vinculados a algunos brotes epidémicos en el Caribe. Este polvo transporta un gran número de microorganismos patógenos que pueden afectar la agricultura y la ganadería, las epifitias por hongos pueden afectar la caña de azúcar y el plátano a escala comercial, apareciendo en el Caribe varios días después de la irrupción del polvo, lo que sugiere que las esporas podían haber viajado en el polvo (5). De igual forma han sido identificadas en las nubes de Polvo del Sahara llegadas al Caribe bacterias patógenas del arroz, frijoles, frutas y algunas especies de árboles (5), encontrándose también que estas nubes de polvo transportan bacterias que pueden infestar aves, cerdos y ganado.

Dentro de las partículas minerales componentes de este polvo ocupan un lugar importante las PM10, PM2.5 y superfinas por su impacto principalmente en las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, por su diámetro se encuentran en el rango de las partículas respirables. Debe tenerse en cuenta que en las nubes de polvo que arriban a Barbados y Miami de un tercio a la mitad de la masa total de polvo presentan un diámetro aerodinámico menor 2 - 2.5 micrones (2). La presencia marcada y la alta concentración de las nubes de polvo han convertido al Caribe en un corredor del Asma dado el alto número de afectados por esta enfermedad crónica en la región.

Los efectos del polvo sobre el Tiempo y el Clima es de trascendental importancia en el destino del planeta, se afecta el clima al producirse un forzamiento Radiativo que puede ser directo e indirecto. En cuanto al tiempo estas nubes de polvo imponen sus condiciones sobre las zonas bajo su influencia, al condicionar los parámetros de la atmósfera, modulan el régimen de lluvia, las tormentas eléctricas y la Ciclogénesis y la evolución de los ciclones tropicales, estos hechos han sido planteados por diferentes autores, (1), (3).

El presente trabajo, la caracteriza de la presencia de las nubes de polvo del Sahara sobre el territorio nacional en el periodo, en diferentes escalas espacio temporal (país y provincias, días, meses y años), atendiendo a elementos tales como presencia o no del polvo, % de días con polvo, cantidad de días polvo, días consecutivos de presencia de polvo y valor del índice de aerosol (AI). Este resultado constituye una herramienta de trabajo para la Salud.

II. METODO

El presente trabajo tiene como premisa trabajar en diferentes escalas espaciotemporales, en la escala temporal se contemplaron días, semanas, meses y años; en la espacial el Territorio nacional (el todo) y la escala provincial (las partes) de conformidad con la división política administrativa vigentes al momento en que se comenzó la elaboración de las bases de datos del proyecto.

Se tomaron como herramientas básicas las imágenes de diferentes tipos de satélites, sensores y canales espectrales.

Los satélites bases empleados fueron Earth Probe, AURA, GOES y METEOSAT Split Windows y las imágenes se emplearon con diferentes niveles de prioridad según el área de estudio y el fenómeno específico. La presencia o no del polvo sobre Cuba, las provincias y el municipio especial Isla de la Juventud, se ratificó por medio del valor del índice de aerosol

con el empleo del Software TaiSat. El procesamiento de los datos se realizó a través de las técnicas de la estadística multivariada.

III. RESULTADO

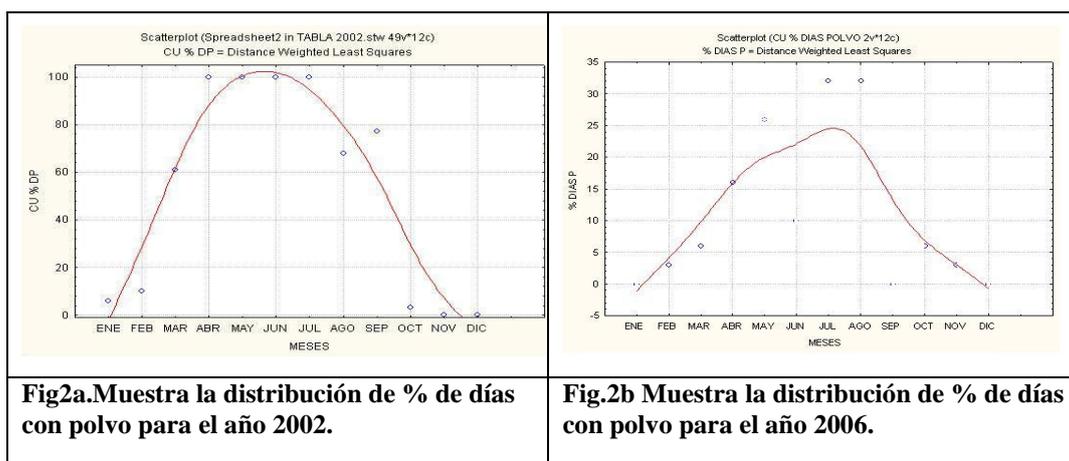
1- Comportamiento general del polvo en Cuba.

Las primeras nubes de polvo procedentes del Sahara arriban a nuestro territorio principalmente en el mes de marzo aunque pueden presentarse en abril, los máximos de porcentaje de días con polvo se registran principalmente en los meses de Julio y junio, aunque se han registrado máximos en mayo y agosto, las ultimas nubes de la temporada se observaron en el territorio nacional generalmente en los meses de septiembre u octubre. El valor máximo del Índice de Aerosol reportado es de 4 en el mes de Julio.

2 - Comportamiento del polvo para cada los años de estudio en el periodo 98- 2009.

Los gráficos de la Fig. (2a, b), representan las curvas anuales de % de días con polvo mensuales, en el año 2002 como un año que se comportó con una presencia excepcionalmente alta de % días con polvo por meses, observándose gran parte de la primavera y del verano con 100% de días con polvo, correspondiente a los meses de Abril, Mayo, Junio y Julio, lo que establece que durante estos meses fue afectado diariamente el territorio nacional por nubes de polvo procedentes del Sahara. El índice de Aerosol mantiene valores muy alto durante casi toda la temporada presentando el mayor registro, 4 en los meses de Julio y 3.5 en Abril, Junio y Agosto, seguido del año 2004 con 100% de días con polvo durante los meses de Mayo, Junio y Julio el 2003 100% de días con polvo en Junio y Julio. Los años de niveles mas bajos del periodo corresponden al 2006 con un 32% de días con polvo en los meses de Julio y Agosto y el 2005 con un 35% de días con en el mes de Julio, observándose partir del 2006 una tendencia al aumento de los niveles de polvo.

Fig2a.Muestra la distribución de % de días con polvo para el año 2002. Fig.2b Muestra la distribución de % de días con polvo para el año 2006.



3 - Comportamiento general del polvo en las provincias y el municipio especial de La Isla de la Juventud.

Guantánamo: Las primeras nubes arriban como promedio en los meses de marzo o abril, se registra el máximo de días polvo en Julio y las últimas nubes se observan principalmente en el mes de Octubre.

Santiago de Cuba: Las primeras afectaciones comienzan en marzo o abril pero los primeros arribos pueden comenzar tardíamente en Junio o Julio, en que se alcanza también el máximo absoluto de días con polvo, ocurriendo las últimas afectaciones en los meses de agosto o septiembre.

Granma: Los primeros arribo en Marzo o Abril pudiendo extenderse la llegada hasta Junio, se registraron los máximos absolutos de días polvo principalmente en los meses de Julio y Junio, terminando los arribos principalmente en los meses de agosto y septiembre.

Holguín: Se observan las primeras nubes principalmente en marzo, seguido del mes de abril, el máximo absoluto se registró principalmente en el mes de julio aunque pueden presentarse ocasionalmente en junio o agosto, los últimos arribos ocurrieron principalmente en septiembre aunque pueden darse temporadas más cortas, en que las últimas nubes se observaron en Agosto.

Las Tunas: Las primeras nubes de polvo se observan en los meses de marzo y abril, aunque ocasionalmente pudieran llegar en mayo, el máximo absoluto de días polvo se presenta principalmente en julio, pudiendo en ocasiones registrarse en Junio, las últimas nubes de la temporada pueden observarse tempranamente en los meses de agosto, aunque su arribo puede extenderse hasta los meses de septiembre y octubre.

Camagüey: Las nubes de polvo comienzan arribar principalmente en marzo y abril, aunque pueden presentarse en Mayo, los máximos de días polvo se presentan generalmente en julio y Junio y en ocasiones pueden registrarse en mayo, las últimas nubes de la temporada llegan principalmente en septiembre y agosto, no obstante se han observado tempranamente en el mes de julio.

Ciego de Ávila: Las primeras nubes afectan la provincia principalmente en abril o marzo, aunque se han observado tardíamente en el mes de junio, los máximos de días con polvo se registran generalmente en julio y junio aunque en algunas ocasiones se han registrado en mayo, las últimas nubes llegan generalmente en septiembre o agosto, aunque pueden también arribar en ocasiones en Julio.

Sancti Spiritus: Se observan las primeras nubes principalmente en marzo o abril, los máximos de polvo se registran principalmente en Julio o junio, aunque se han observado en fechas tan tempranas como abril, las últimas afectaciones se producen generalmente en septiembre y octubre aunque se han observado en agosto y Julio.

Villa Clara: Las primeras nubes de la temporada arriban generalmente en marzo o Abril, los máximos de tienden a presentarse entre los meses de abril a julio, pero son más frecuentes en Julio y junio, las últimas nubes de la temporada arriban generalmente en septiembre o octubre, aunque pueden interrumpirse arribos en agosto.

Cienfuegos: Las primeras afectaciones se presentan generalmente desde marzo hasta junio, pero se han observados arribos tardíos en julio, los máximos de días con polvo se observan principalmente en los meses de julio y junio, pero se han registrado en mayo y agosto, las últimas afectaciones se producen generalmente en septiembre y agosto aunque se han reportado en el mes de Julio.

Matanzas: Se observan las primeras nubes generalmente en abril o mayo aunque pueden aparecer al comienzo de la primavera, los máximos de días con polvo se registran generalmente en julio o junio, aunque hay registros en mayo, las últimas nubes arriban regularmente en los meses de septiembre u octubre, aunque se han observado en julio y agosto.

Artemisa-Mayabeque: Las primeras nubes de la temporada se observan principalmente en los meses de abril y marzo, los máximos de días con polvo aparecen principalmente en julio o

junio aunque hay reportes en mayo, los arribos de polvo terminan regularmente en septiembre o agosto, pero pueden extenderse hasta octubre.

La Habana: Las primeras afectaciones se producen en los meses de abril o marzo, aunque existen reportes en mayo y junio, los máximos de días con polvo se registran generalmente en julio y junio, aunque pueden observarse en mayo, las últimas nubes de la temporada se observan generalmente en septiembre, agosto y julio, aunque pueden extenderse hasta octubre.

La Isla de la Juventud: Las primeras nubes arriban a la isla principalmente en abril y marzo aunque pueden aparecer en mayo, los máximos de polvo se registran principalmente en el mes de julio, aunque aparecen en agosto, junio e incluso en mayo, las últimas nubes se observan generalmente en los meses de septiembre y agosto, aunque en ocasiones arriban en julio o junio.

Pinar del Río: Las primeras nubes de la temporada arriban al extremo occidental de Cuba principalmente en los meses de abril y marzo aunque pueden observarse tardíamente en julio, los máximos de días con polvo se registran principalmente en los meses de julio y junio, aunque se han observado también en mayo, las últimas nubes de la temporada se observan en esta zona principalmente en septiembre y agosto aunque pueden presentarse por última vez en julio.

4- Indicadores vinculados a la afectación de las nubes de polvo.

Para poder comprender el comportamiento y sistematizar las aplicaciones de los eventos de polvo a diferentes esferas económicas, sociales, científicas, y poder valorar la interrelación existente entre el país (El todo) y las provincias (las partes) y entre las provincias, se hace necesario definir un conjunto de indicadores que permitan de forma sintética y homogénea valorar la presencia y efectos potenciales vinculados a las características del comportamiento diario, mensual y estacional (acumulativo) de las nubes de polvo. Estas nubes de polvo pueden arribar como grandes eventos de polvo que abarcan miles de Kilómetros cuadrados y afectar todo el territorio nacional. Fig. 3

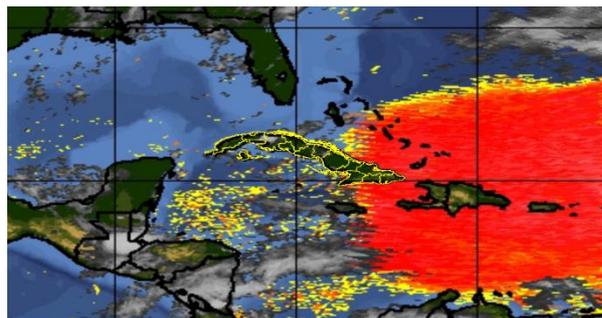


Fig.3. Imagen ir GOES-Meteosat 16 Jul. 2009 0600z muestra una extensa nube de polvo sobre la región Oriental de Cuba

- Temporada de polvo

Definición: Arribo de polvo al territorio nacional que se produce entre marzo y octubre, vinculado directamente al transporte de las nubes de polvo del Sahara.

- Actividad Mensual (AM)

Se define directamente como la cantidad de días polvo correspondiente al mes, expresada en porcentaje (4). Presenta cinco categorías, muy débil (0 – 19), débil (20 – 39), moderada (40 – 59), fuerte (60 – 89) e intensa (90 – 100) .

- Intensidad de la Temporada de Polvo (ITP)

Definición: Promedio de los porcentajes de días polvo correspondiente a los meses de la temporada de polvo. Este indicador puede ser nacional y provincial (4)

Presenta cuatro categorías, débil (0 – 14), moderada (15 – 29), fuerte (30- 54) y muy fuerte (55 – 100).

Esta definición permite hacer una valoración rápida y precisa del comportamiento anual del polvo tanto sobre el territorio nacional como para cada provincia individualmente y su comparación.

- Índice de Afectación (IA).

Definición: Se define como la razón del ITP provincial (ITPp) y el ITP nacional (ITPt), y lo interpretamos como la porción del efecto total del polvo para el territorio nacional correspondiente a la provincia (4). Se expresa con la ecuación siguiente

- Comportamiento del ITPt.

La Fig.4, muestra los mapas de ITPt que caracterizan dos años del periodo 2004 que establece un recor con un 55% de días con polvo y 2005 con una brusca caída del nivel de polvo a un 20%

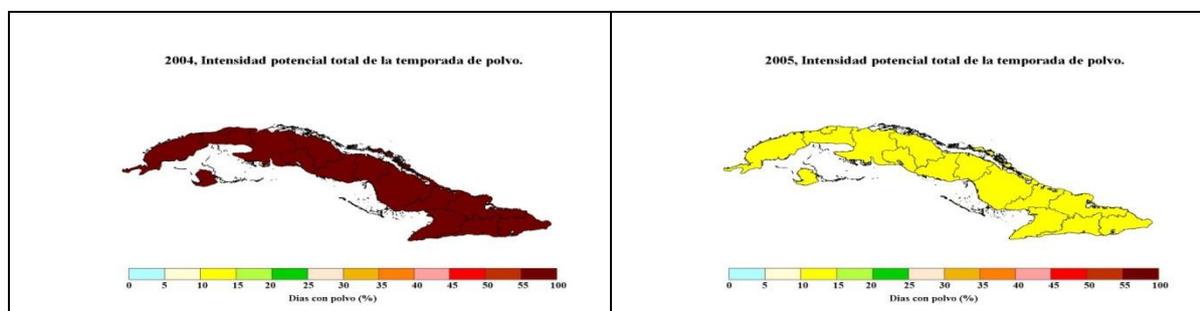


Fig. 4- Comportamiento de ITPt provincial. Muestra la Intensidad potencial total de la Temporada de Polvo para los años 2004 y 2005

- Comportamiento de ITPp provincial.

El análisis comparativo de las provincias para para los dos años muestra diferentes niveles del ITPp a lo largo del territorio nacional para cada año y los cambios dentro de los años de estudio para cada provincia Fig.5.

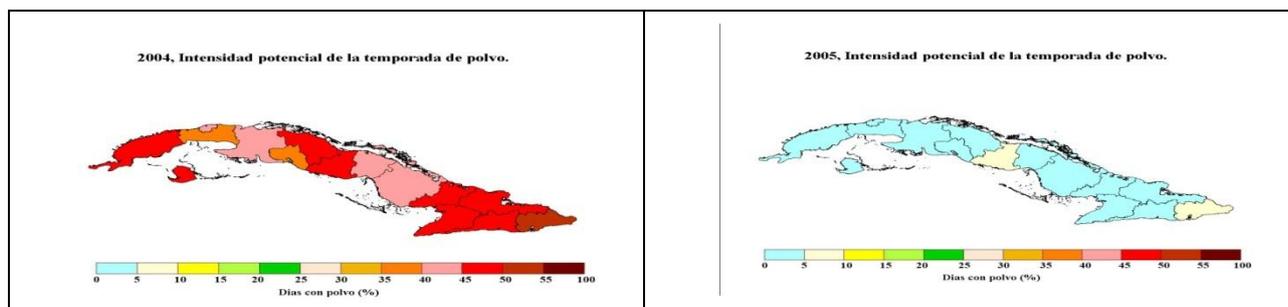


Fig. 5 Muestra la Intensidad potencial por provincia para los años 2004 y 200 años

IV- Conclusiones

- 1- Las nubes de polvo procedentes del Sahara, solamente afectan al territorio nacional de marzo a octubre, según la definición de "Temporada de polvo en Cuba"
- 2- Los máximos de días con polvo para el territorio nacional, se registran principalmente en verano en los meses de julio o junio.
- 3- El análisis comparativo de los mapas de ITP_t muestran una marcada variabilidad anual en el comportamiento de este indicador, lo que establece también, que los efectos totales de cada una de las temporadas son diferentes
- 4- El análisis comparativo de los mapas de ITP_p para una temporada específica, muestra gran variabilidad del comportamiento de este indicador entre las provincias, mientras que la comparación de los mapas para el período de estudio muestra también una marcada variabilidad para cada una de las provincias, lo que implica que la Intensidad total de una temporada de polvo se manifiesta de forma diferenciada en cada una de las provincias, lo cual es también variable en el tiempo, esto se debe en gran medida a las particularidades del transporte de polvo.
- 5- El IA establece la relación del comportamiento estacional entre las provincias y la nación que permite la comparación cuantitativa entre las diferentes provincias como herramienta básica de trabajo.

12 - Bibliografía

- 1- Jason p. Dunion and Christopher s. Velden. 2004. The impact of the Saharan air layer on Atlantic tropical cyclone activity. American Meteorological Society March 2004 | 353.
- 2- Michele A. Monteil 2008. Saharan dust clouds and human health in the English-speaking Caribbean: what we know and don't know. Environ Geochem Health (2008) 30:339–343.
- 3 - Mojena E y Otros. 2011. Las Tormentas de Polvo del Sahara. su Impacto sobre la Ciclogénesis y la Evolución de los Ciclones Tropicales en el Atlántico Norte. Congreso de Meteorología 2011. La Habana Noviembre 2011.
- 4 - Mojena E y otros. 2012. Proyecto de Investigación. . Caracterización de la presencia de las Nubes de Polvo del Sahara, sobre el Atlántico, el Caribe, el Golfo de México y Cuba. Insmet.
- 5- U.S. Geological Survey. USGS Open-File Report 03–028 January 2003