

# Ruta aerobiológica en Puerto Rico

**Benjamín Bolaños, PhD**

Profesor asociado  
Departamento de  
Microbiología UPR

Director de la Estación de  
Aeroalérgenos

benjamin.bolanos@upr.edu



La Aerobiología es la ciencia que trata sobre el transporte aéreo de microorganismos y pólenes, y finalmente, sobre su impacto en la salud humana. Las esporas de los hongos se desplazan en la atmósfera a través de una serie de etapas secuenciales: origen, liberación, dispersión, deposición e impacto en la salud respiratoria. Debemos conocer estas etapas en el movimiento de las esporas de los hongos para entender su importancia como el principal aeroalérgeno en el aire exterior y su efecto como provocador del asma en Puerto Rico.

Los diferentes pasos del movimiento de las partículas como esporas de hongos y pólenes, desde su origen, hasta los efectos que causan a la salud de los pacientes, cuando regresan a la tierra, se presentan en la ruta aerobiológica ilustrada en la Figura 1<sup>1</sup>.

Cada uno de los pasos de esta ruta está afectado por las condiciones climáticas, que determinan que se haya establecido temporadas de alérgenos de hongos asociados principalmente a las épocas lluviosas del año.

El objetivo de esta comunicación es resaltar a la ruta aerobiológica como una combinación de más de un proceso, en que cada uno de ellos contribuye a que tengamos concentraciones muy elevadas de esporas de hongos en el aire exterior de Puerto Rico.



Figura 1.

La detección diaria de las concentraciones de aeroalérgenos en el aire exterior permite entre otras cosas:

- Determinar si la condición de rinitis o asma es de temporada, ayudando en el diagnóstico de condiciones alérgicas cuando hay coincidencia de los síntomas en los pacientes con niveles elevados de esporas de hongos en el ambiente exterior.
- Establecer la presencia de una temporada de esporas de hongos, para el tratamiento profiláctico del asma o de la rinitis alérgica.

### Origen

Las esporas de hongos se originan principalmente en cuerpos fructificantes macroscópicos de hongos, que se distribuyen ampliamente en las montañas y zonas boscosas de Puerto Rico. La Foto 1 muestra un crecimiento del hongo *Ganoderma*, un basidiomi-

Ganoderma en árbol, El Yunque (Foto: Joenice González De León)



ceto extremadamente prolífico que produce  $3 \times 10^{10}$  (30 mil millones) de esporas por día. Por ello, no es de extrañar que esté presente todo el tiempo en el aire de San Juan. Este hongo, conocido popularmente como “oreja de palo” tiene una amplia distribución en toda la isla.

Otros basidiomicetos también producen cuerpos fructíferos macroscópicos como las setas y *puffballs*. Estos cuerpos fructificantes se producen cuando hay condiciones de lluvia y humedad como lo ilustra la Figura 1.

### Liberación

Los hongos tienen mecanismos muy diversos y complejos para liberar sus esporas al aire. Se liberan por mecanismos pasivos, o mediante turgencia o liberación activa favorecida por la humedad. Las esporas se pueden liberar por el viento, bajo condiciones secas, pero otros hongos requieren lluvia, humedad o rocío para hacerlo. Nuevamente, los factores climáticos contribuyen a la liberación de las esporas.

### Dispersión de las esporas

Los cuerpos fructíferos liberan las esporas a una capa de aire en movimiento constante. Por lo tanto, la dispersión de las esporas depende del movimiento de masas de aire, de la turbulencia, de las brisas nocturnas de la tierra hacia el mar y de la convección termal.

Esta dispersión nos ha permitido establecer que las esporas son endémicas de Puerto Rico. Se originan en el Yunque y en la Cordillera Central y, desde allí, se distribuyen a todo Puerto Rico con los vientos.

Los microclimas contribuyen a la gran variabilidad en la distribución de las esporas en la isla. Por eso, es incorrecto que el sur de la isla, por ser más seco, tenga menos hongos en el aire exterior. Así, los hongos que encontramos en Ponce se originan en el Cerro de Toro Negro y en las partes altas de la Cordillera Central, desplazando los vientos las esporas hacia el sur.

### Deposición

La deposición de las esporas en la superficie de San Juan se detecta por los muestreos continuos volumétricos que se hacen con el equipo Burkard instalado en la azotea del Recinto de Ciencias Médicas en Río Piedras. La lectura microscópica permite identificar

Etapas de la ruta aerobiológica	Características
Origen	Cuerpos fructificantes creciendo en material orgánico, plantas y tierra en las zonas boscosas de las montañas de Puerto Rico (El Yunque y la Cordillera Central).
Liberación	Los cuerpos fructíferos de los hongos liberan al aire grandes concentraciones de esporas diariamente durante todo el año en forma pasiva o activa. La mayoría de los hongos en el aire de PR requieren agua y humedad para liberarse, por lo que tienen mayor prevalencia en la temporada de lluvias (septiembre a noviembre).
Dispersión de las esporas en el aire	Hay una capa de aire de turbulencia que permite que las esporas asciendan en contra de la fuerza de gravedad. Una vez en suspensión, las esporas se van diluyendo y dispersando por los vientos a toda la isla, según su dirección o trayectoria.
Deposición	La gravedad, los vientos de la tierra hacia el mar, las inversiones térmicas, y la lluvia permiten que el polen y las esporas de hongos se depositen. Se detectan con muestreos constantes utilizando el equipo Burkard en la azotea del RCM-UPR: <a href="http://www.upr.edu">www.upr.edu</a>
Impacto en la salud	Estudios muestran una asociación temporal, coincidiendo la temporada de esporas de hongos de septiembre a noviembre con la mayor utilización de los servicios de salud por casos de asma. Como hay coincidencia con la mayor frecuencia de infecciones respiratorias virales en esos meses, otro desencadenante del asma, es importante realizar estudios clínicos para determinar la relevancia de las esporas. Un estudio piloto con 33 sujetos mostró una sensibilización a las esporas de hongos más comunes en PR: los basidiomicetos.

Tabla 1: Características de las diferentes etapas de la ruta aerobiológica de aeroalérgenos en Puerto Rico

los pólenes y esporas de hongos más abundantes en el aire de Puerto Rico con una frecuencia constante, las 24 horas, todos los días del año. Las concentraciones diarias de estos alérgenos se reportan en las páginas de **Internet** del RCM ([www.rcm.edu](http://www.rcm.edu)) y de la Academia Americana de Alergia e Inmunología ([www.aaaai.org/nab](http://www.aaaai.org/nab)). También se reporta en los segmentos del tiempo de los **canales 2, 4 y 11**.

Las temporadas con mayor concentración de aeroalérgenos de hongos son de abril a mayo y de septiembre a noviembre. En estas, los hongos superan las concentraciones de 50 000 esporas/m<sup>3</sup> que es el nivel inferior de alerta roja. Sin embargo, se observan cambios en este

calendario de esporas de hongos que requieren que esta información se haga en forma constante y continua. Así, este año 2010, en los meses de enero y junio, hubo muchas lluvias, lo que hizo que se midiera en promedio más de 50 000 esporas/m<sup>3</sup>.

De llegar a establecerse en los próximos meses el fenómeno meteorológico de La Niña, esto se traduciría en más ciclones tropicales en el Atlántico, con más lluvias en la isla. Así, podemos predecir para lo que resta del año concentraciones altas de hongos, aun sobre al nivel record de 16 x 10<sup>6</sup> del año 2008. Debemos estar alerta al aumento subsecuente de los casos de asma y rinitis alérgica.

Algunos factores como las lluvias, la humedad relativa, el rocío y las ráfagas de viento son críticos, haciendo que las concentraciones de esporas tengan una distribución circadiana con un pico de mayor concentración entre las 2 y 4 de la madrugada<sup>2</sup>. En Puerto Rico, hay diferencias importantes en las concentraciones y en los tipos de hongos más comunes en el aire, lo que requiere el desarrollo y empleo de pruebas para el diagnóstico de alergias basadas en los hongos basidiomicetos. Para estos, que representan casi el 70% de las esporas en el aire exterior, no hay aún métodos de diagnóstico comerciales.

### Impacto

Hemos determinado que la temporada con mayor presencia de esporas de hongos se da en los meses de septiembre a noviembre, con concentraciones sobre 100 000 esporas/m<sup>3</sup> por periodos largos de tiempo, abarcando semanas y hasta meses. Esa exposición coincide con un aumento en este periodo en las visitas a salas de emergencia y de hospitalizaciones por asma. Igualmente, encontramos un aumento en las hospitalizaciones por asma para el año 2008 (sobre el 2007), coincidiendo con el récord de esporas de hongos determinado ese año. Sin embargo, esta temporada de alérgenos precede a la temporada de infecciones respiratorias por virus que también son provocadores del asma. Por

Ganoderma en árbol, El Yunque (Foto: Joenice González De León)



lo tanto, hay que realizar estudios clínicos para determinar la participación de las esporas de hongos como factor desencadenante del asma. Hemos demostrado la sensibilización de personas con asma y rinitis alérgica a los hongos basidiomicetos (*Pleurotus ostreatus*, *Chlorophyllum molybdites*, *Ganoderma applanatum*) que son los más comunes en el aire de Puerto Rico<sup>3</sup>.

Luego de 5 años de reportar la presencia y las concentraciones de los aeroalérgenos en Puerto Rico, podemos afirmar que las esporas de hongos cumplen con los siguientes requisitos para ser consideradas alérgenos:

- Se producen en muy altas concentraciones y tienen una amplia distribución.
- Son boyantes dispersados eficientemente por el aire.
- Pueden inducir alergia respiratoria.
- Los síntomas de asma y rinitis alérgica ocurren cuando las concentraciones de hongos son muy altas el aire.

En una zona tropical como Puerto Rico, el factor ambiental explicaría por qué los pacientes puertorriqueños en la isla tienen una mayor prevalencia de asma que los niños puertorriqueños en el Bronx<sup>4</sup>.

### Comentario final

La información sobre la distribución única de los aeroalérgenos en Puerto Rico, se debe aprovechar para el manejo y tratamiento de los pacientes con condiciones respiratorias de tipo alérgico. 

#### Referencias:

1. C.S. Cox. The Aerobiological Pathway of Microorganisms. 1987. John Wiley and Sons.
2. Quintero, E.G. Rivera-Mariani, F. and Bolaños-Rosero B. Analysis of the environmental factors and their effects on fungal spores in the atmosphere of a tropical urban area (San Juan, Puerto Rico). *Aerobiologia* 2010;26:113-124.
3. Felix Rivera-Mariani. Sensitization to basidiomycetes and airborne fungal particulates by asthmatic and allergic rhinitis subjects. Ph.D. Thesis June 2010.
4. Cohen RT, Canino G.J., Bird H.R., Shen S, Rosner, B.A. and Celestino J.C. Area of residence, birthplace and asthma in Puerto Rican children. *Chest* 2007;131:1331-1338.