



*Programas de Actividades de I + D  
entre grupos de investigación  
de la Comunidad de Madrid  
en Tecnologías 2018*

# **AIRTEC-CM**

## **EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD DEL AIRE URBANO Y CAMBIO CLIMÁTICO**

P2018/EMT - 4329

**WORKSHOP FINAL**

12 Mayo 2023, ETSII, Madrid / zoom

# Hacia una visión holística de la calidad del aire: dinámica agentes bióticos e interrelaciones con contaminantes químicos

## (BIO-MAT)

- **Análisis de datos históricos**
  - Cambios estacionales y espaciales de las partículas biológicas en la CAM
  - Partículas biológicas asociadas a intrusiones de polvo sahariano
- **Campañas experimentales Indoor / Outdoor**
  - ETSII
  - Hospital Clínico San Carlos (HCSC)

# Metodología general empleada en los estudios de agentes bióticos

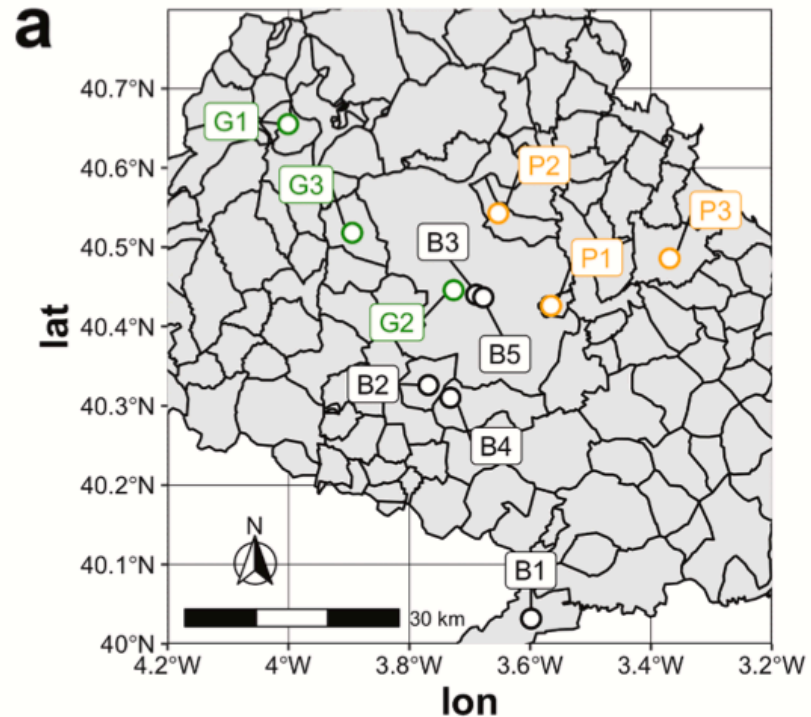
## Captadores y Secuenciación del ADN



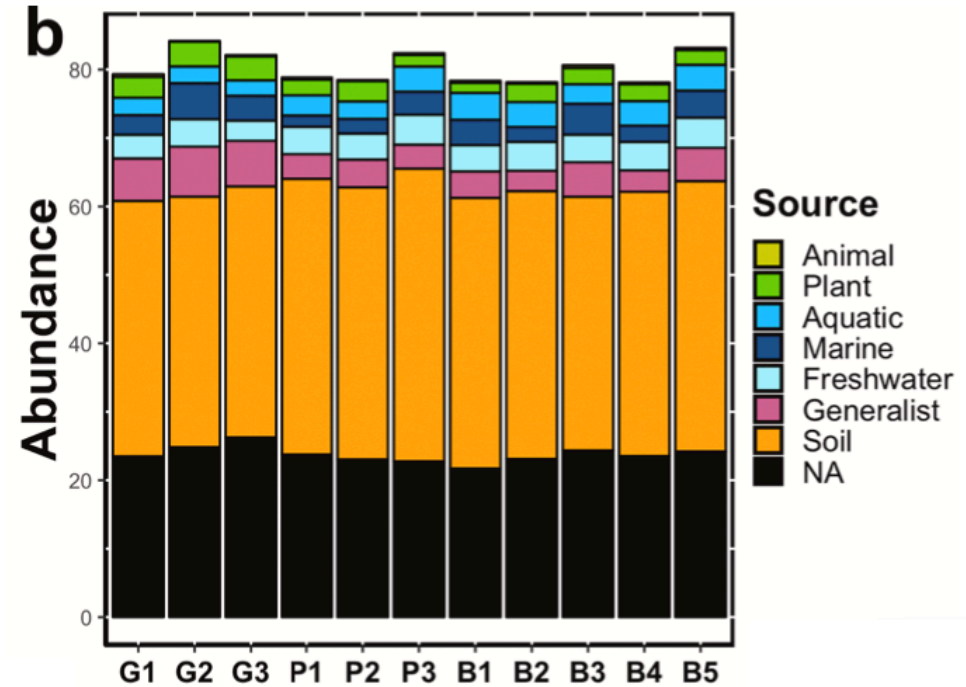
**Bacterias  
Hongos  
Polen**

+ datos de contaminación y meteorológicos

## Análisis de datos históricos: Aerobioma del aire urbano de la CAM



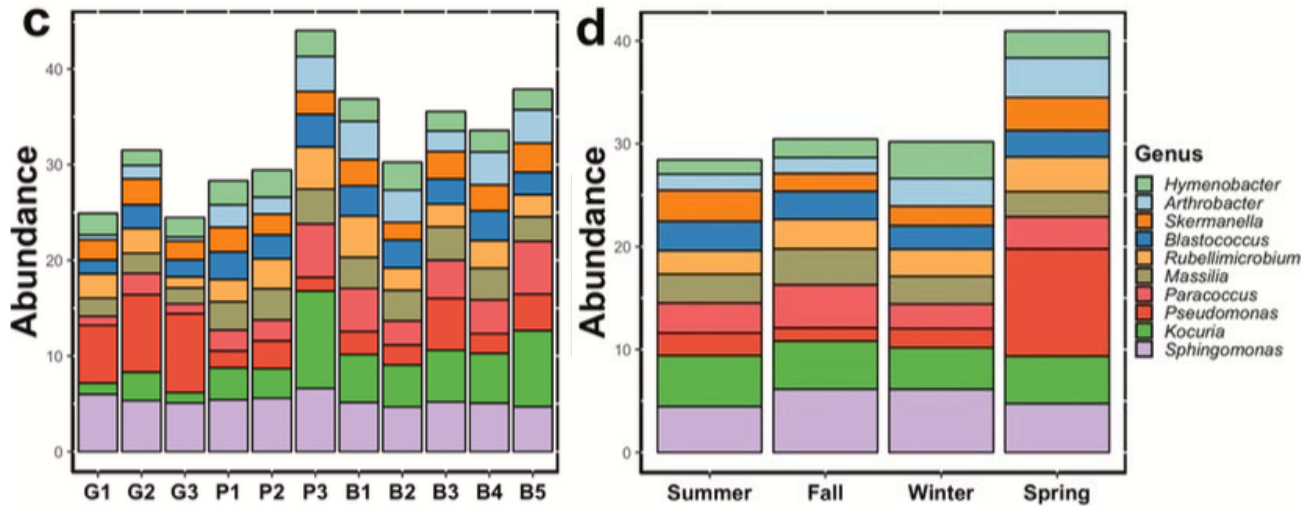
11 puntos distribuidos por la CAM (Red PalinoCAM) y agrupados según su nivel de urbanización.



La gran mayoría de los microorganismos presentes en el aire provienen de fuentes ambientales (suelo, agua, superficie de la vegetación, etc.)

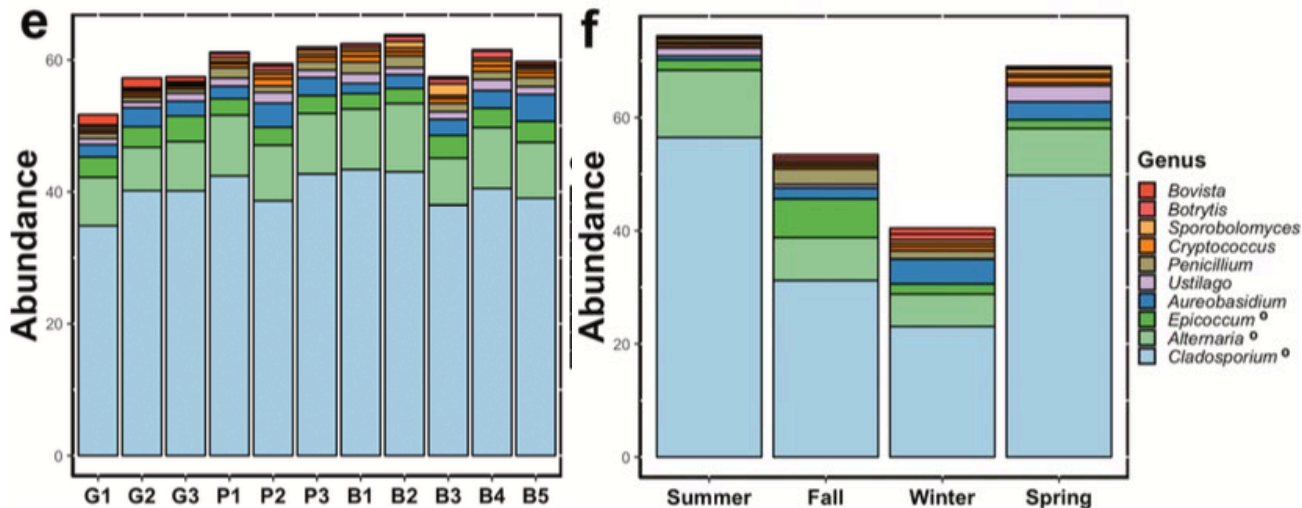
## Análisis de datos históricos: Aerobioma del aire urbano de la CAM

### BACTERIA



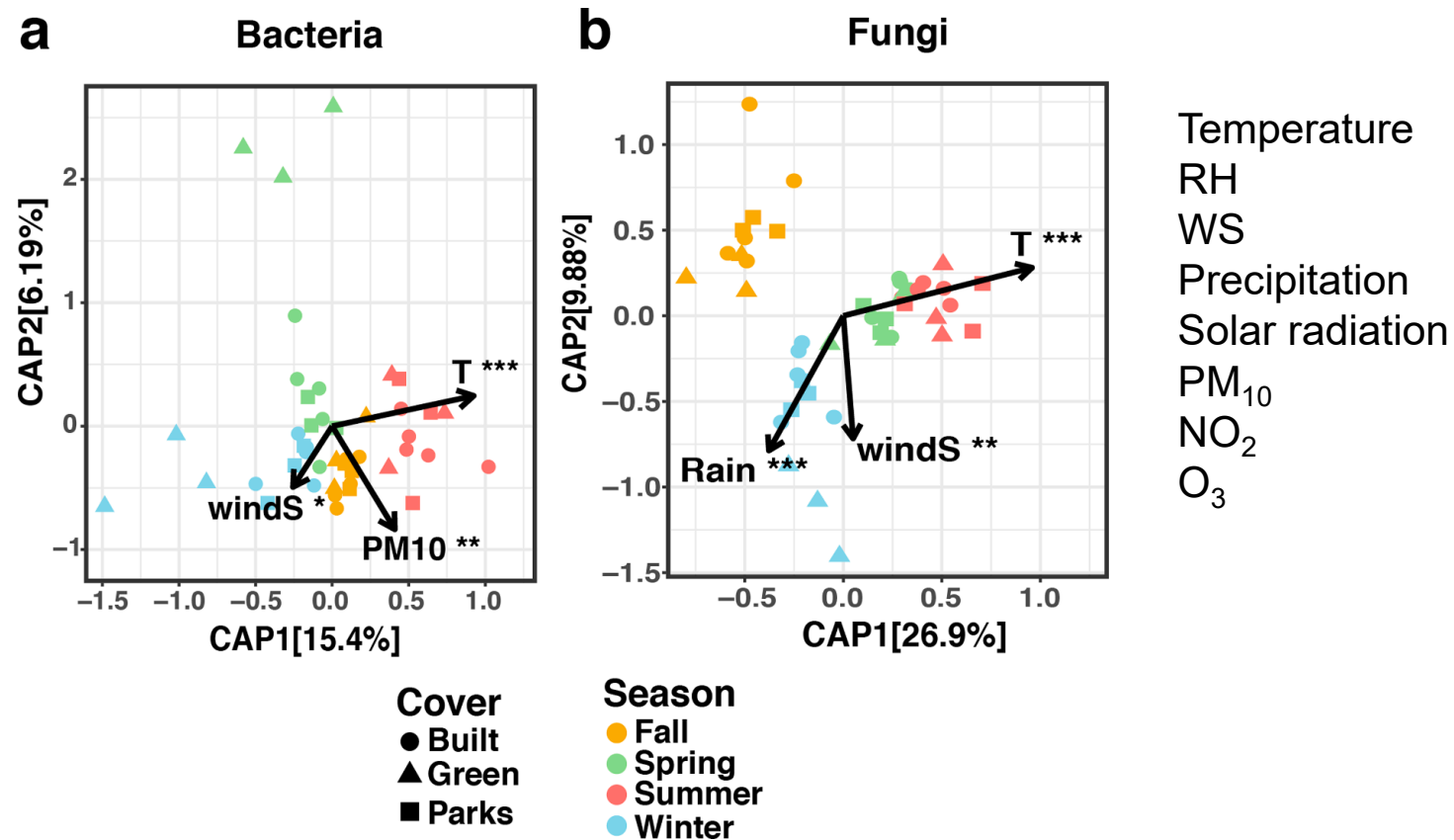
Ciertos grupos de bacterias y hongos están presentes en todas las localizaciones y durante todo el año

### FUNGI



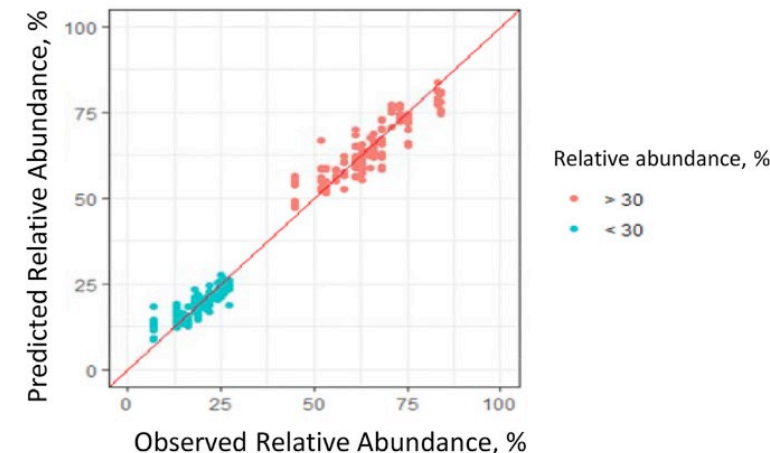
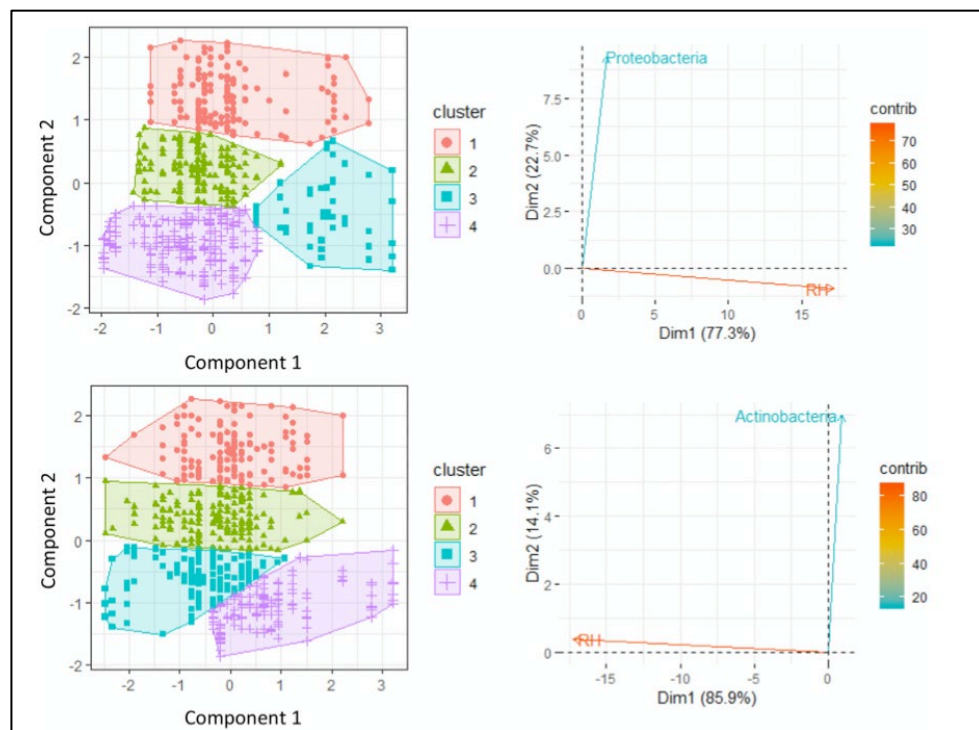
Los niveles y grupos de bacterias son más estables, mientras que los hongos son más variables y sensibles a cambios estacionales

## Análisis de datos históricos: Aerobioma del aire urbano de la CAM



La influencia de las variables ambientales meteorológicas son más determinantes para la composición microbológica del aire urbano que los contaminantes

# Análisis de datos históricos: Aerobioma del aire urbano de la CAM



**Table 2**  
Results of the statistical hypothesis contrast tests.

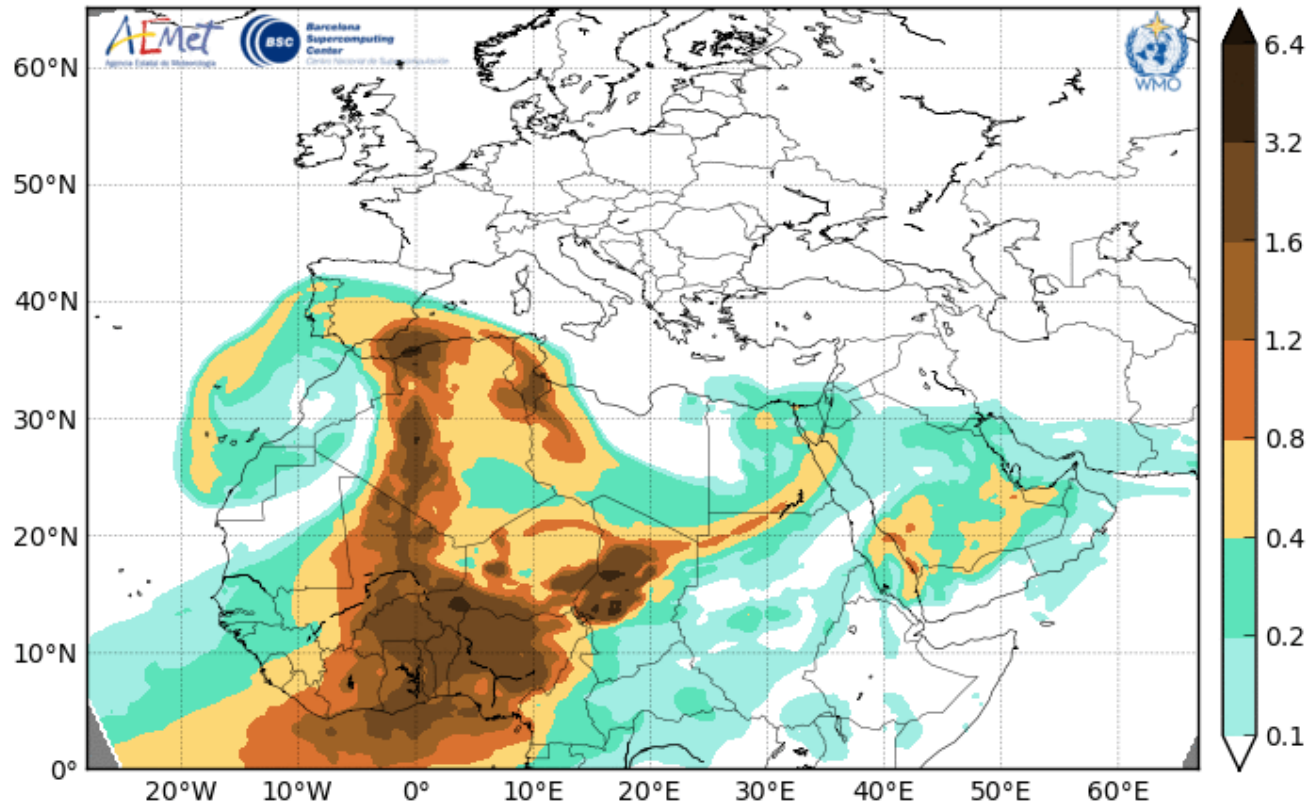
phylum	Explanatory variable	Levels	K-W p-value	Dunn test <sup>a</sup>	J-T p-value <sup>b</sup>
Proteobacteria	T	3	<2.2 10 <sup>-16</sup>	3	↓2.758 10 <sup>-9</sup>
	RH	3	1.968 10 <sup>-13</sup>	1 L-H	↑0.004194
	O <sub>3</sub>	3	0.04245	1 L-H	Not significant
	PM <sub>10</sub>	2	0.04369	Not significant	Not significant
	PTOTAL	3	<2.2 10 <sup>-16</sup>	3	↑< 2.2 10 <sup>-16</sup>
Actinobacteria	T	3	7.131 10 <sup>-13</sup>	2 L-H, M-H	↑1.178 10 <sup>-6</sup>
	RH	3	3.565 10 <sup>-9</sup>	1 L-M	↓0.000592
	O <sub>3</sub>	3	Not significant	Not significant	Not significant
	PM <sub>10</sub>	2	0.02227	1	Not significant
	PTOTAL	3	1.391 10 <sup>-15</sup>	Not significant	Not significant
Ascomycota	T	3	<2.2 10 <sup>-16</sup>	3	↑4.602 10 <sup>-10</sup>
	RH	3	<2.2 10 <sup>-16</sup>	3	↓3.222 10 <sup>-10</sup>
	O <sub>3</sub>	3	<2.2 10 <sup>-16</sup>	2 L-M, L-H	↑0.02261
	PM <sub>10</sub>	2	9.492 10 <sup>-7</sup>	1	↓7.665e-6
	PTOTAL	3	<2.2 10 <sup>-16</sup>	Not significant	Not significant

<sup>a</sup> L- Low, M – Medium, H -High.

<sup>b</sup> The arrows of the J-T p-value column show the direction of the effect.

Las aproximaciones con modelos estadísticos que intentan relacionar los agentes bióticos y los abióticos (meteorológicos y contaminantes) ponen de manifiesto la dificultad para obtener una descripción detallada de la composición microbiana basada exclusivamente en estos datos al observarse distintas respuestas dependiendo del grupo microbiano analizado, siendo necesarios un mayor volumen de datos para mejorar los modelos.

## Análisis de datos históricos: Intrusiones de polvo sahariano



La composición de partículas biológicas no varía de manera drástica tras la entrada de polvo mineral asociada a los fenómenos de intrusión.

Ciertas especies microbianas se identificaron exclusivamente durante los días afectados por intrusiones, pudiendo estar asociada su llegada con el fenómeno atmosférico. Dichas especies representan una baja proporción del total y su presencia y abundancia mostró cierta estacionalidad.

Algunas bacterias y hongos patógenos se detectaron durante los días afectados por las intrusiones, pero en proporciones muy bajas.



## Campañas: ETSII y Hospital Clínico San Carlos



**ETSII - UPM**

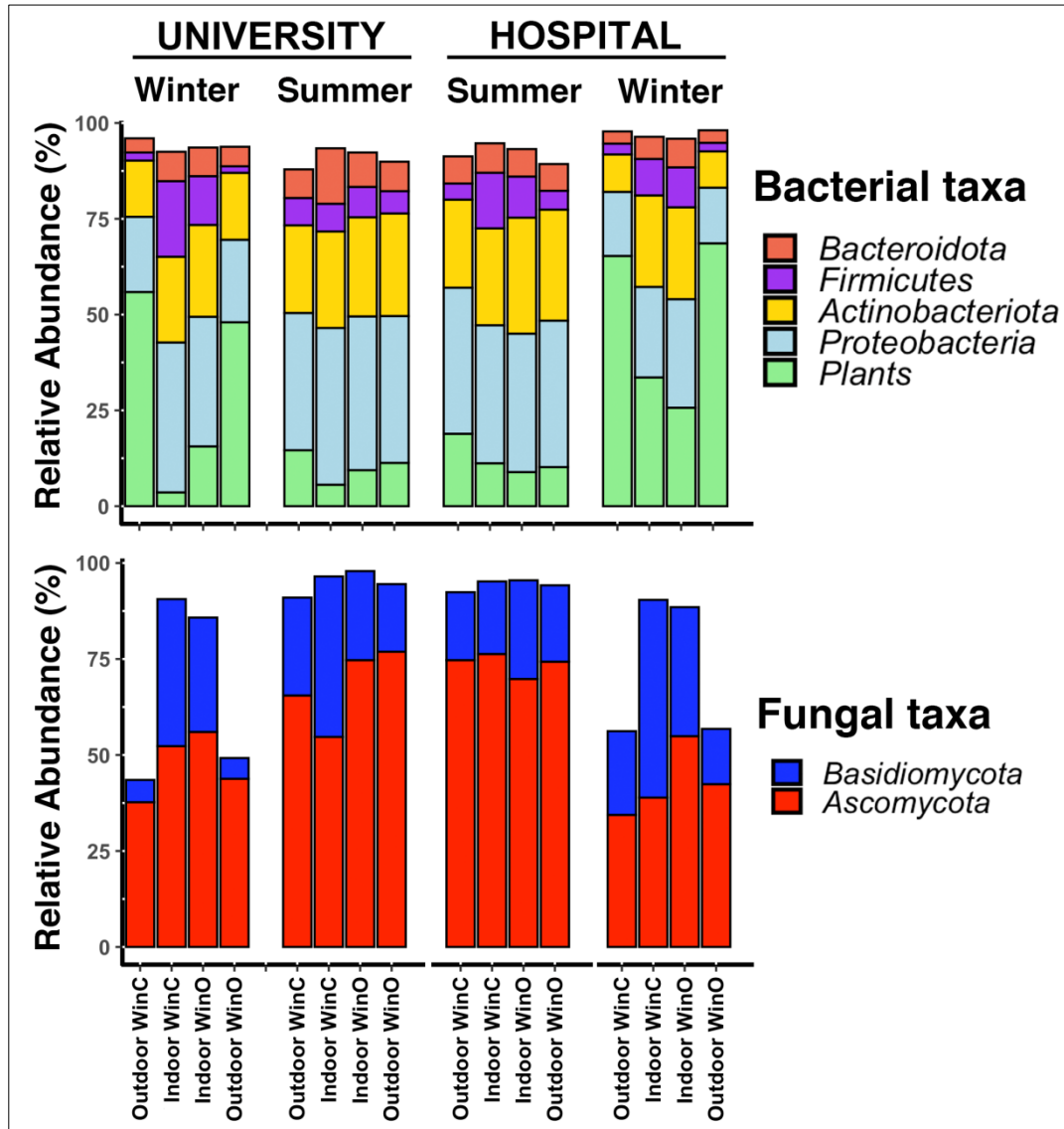
**Campaña invierno: 10 – 26 febrero 2020**  
**Campaña verano: 14 junio - 5 julio 2021**



**Hospital Clínico San Carlos**

**Campaña verano: 23 junio – 11 julio 2020**  
**Campaña invierno: 8 febrero – 1 marzo 2021**

## Campañas: ETSII y Hospital Clínico San Carlos

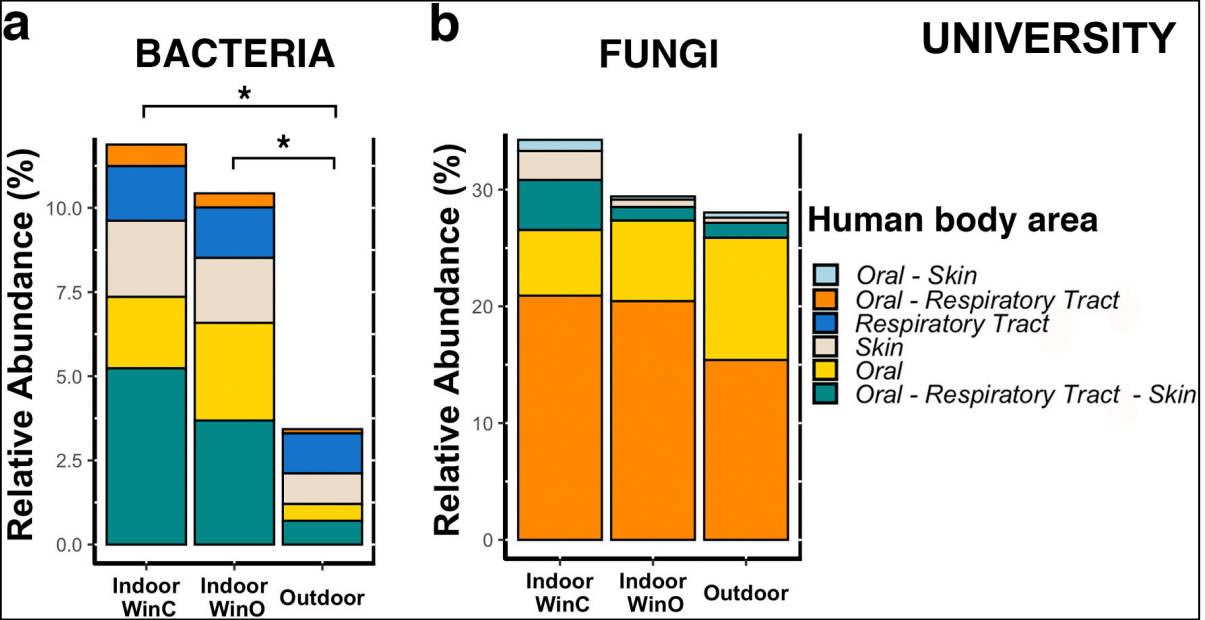


La gran mayoría de los microorganismos detectados están presentes tanto *indoor* como *outdoor*.

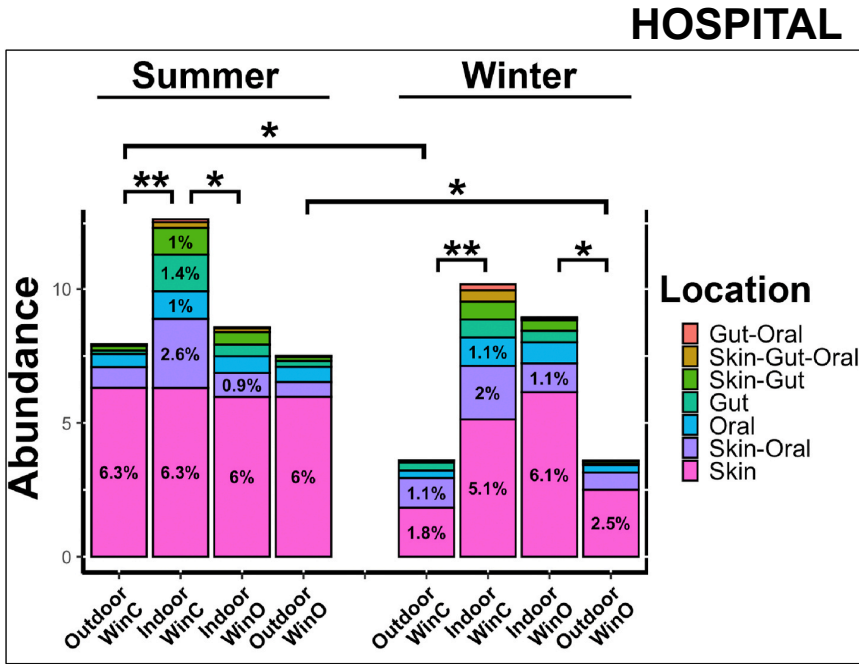
Las principales diferencias entre el aire interior y exterior se deben a las distintas abundancias.

Las diferencias interior-exterior también muestran un efecto estacional, más patentes en invierno.

# Campañas: ETSII y Hospital Clínico San Carlos



El aire interior presenta una mayor concentración de bacterias relacionadas con el microbioma humano, mientras que la proporción de hongos relacionados con el hombre es similar a la del aire exterior.



<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108438>

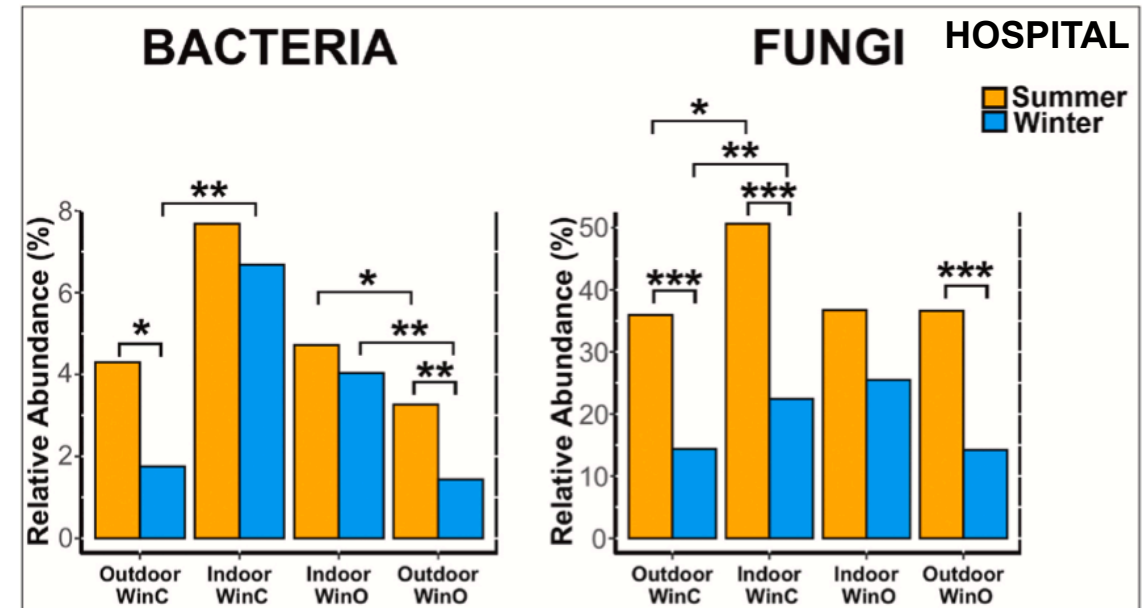
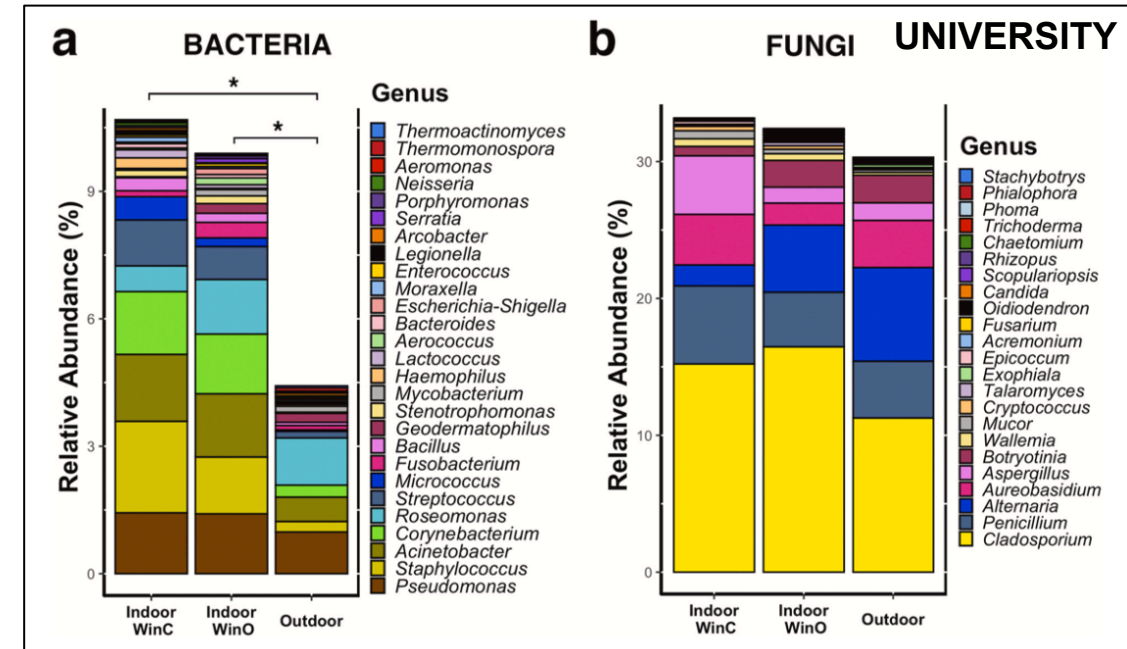
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110024>

## Campañas: ETSII y Hospital Clínico San Carlos

Se han encontrado microorganismos potencialmente dañinos tanto en el exterior como en el interior de los edificios.

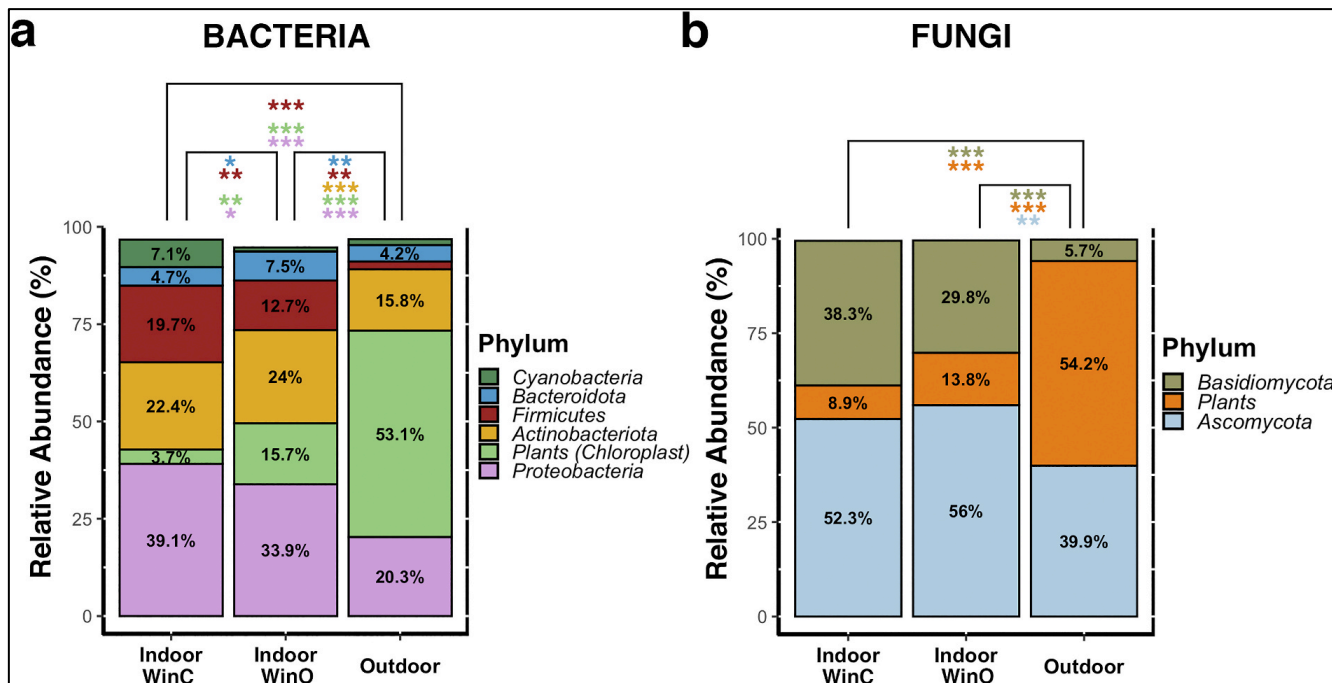
La proporción de géneros microbianos potencialmente patógenos varía estacionalmente (campañas), tanto dentro como fuera, aunque las abundancias de dichos grupos fueron mayores en el aire interior.

Las proporciones de especies microbianas de interés normativo son marcadamente bajas tanto en el aire interior como en el aire ambiente

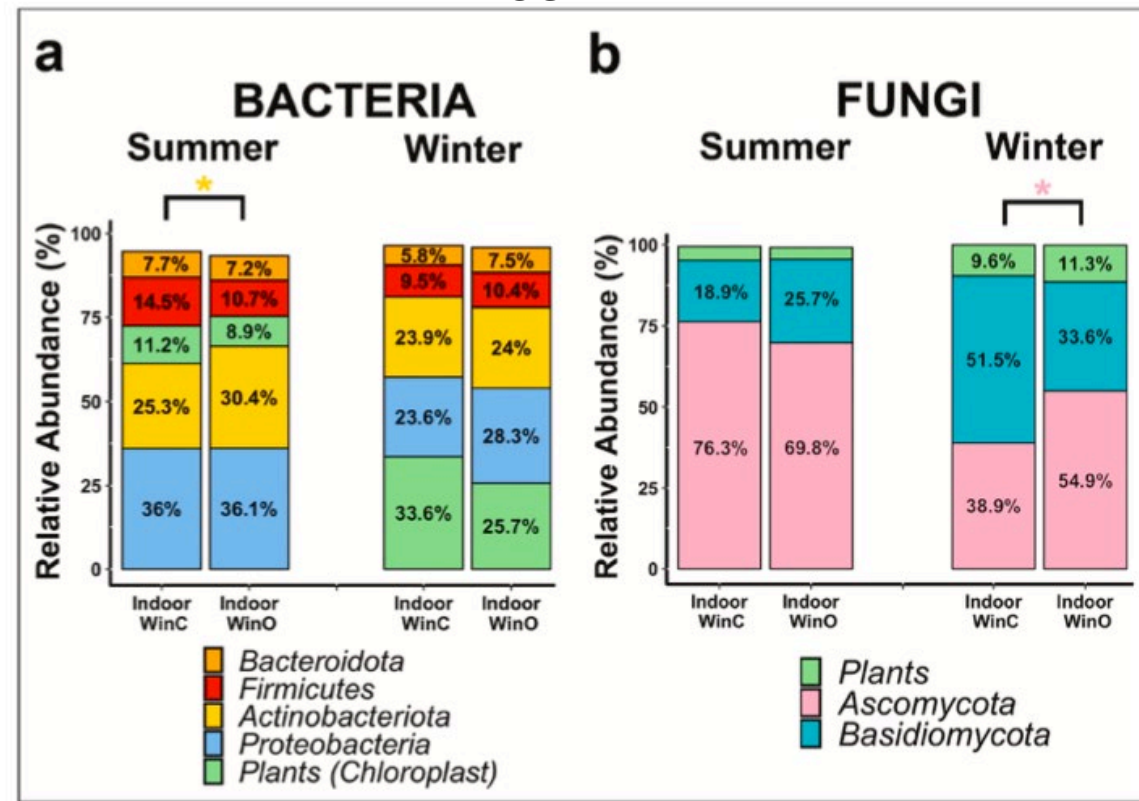


# Campañas: ETSII y Hospital Clínico San Carlos

## UNIVERSITY



## HOSPITAL

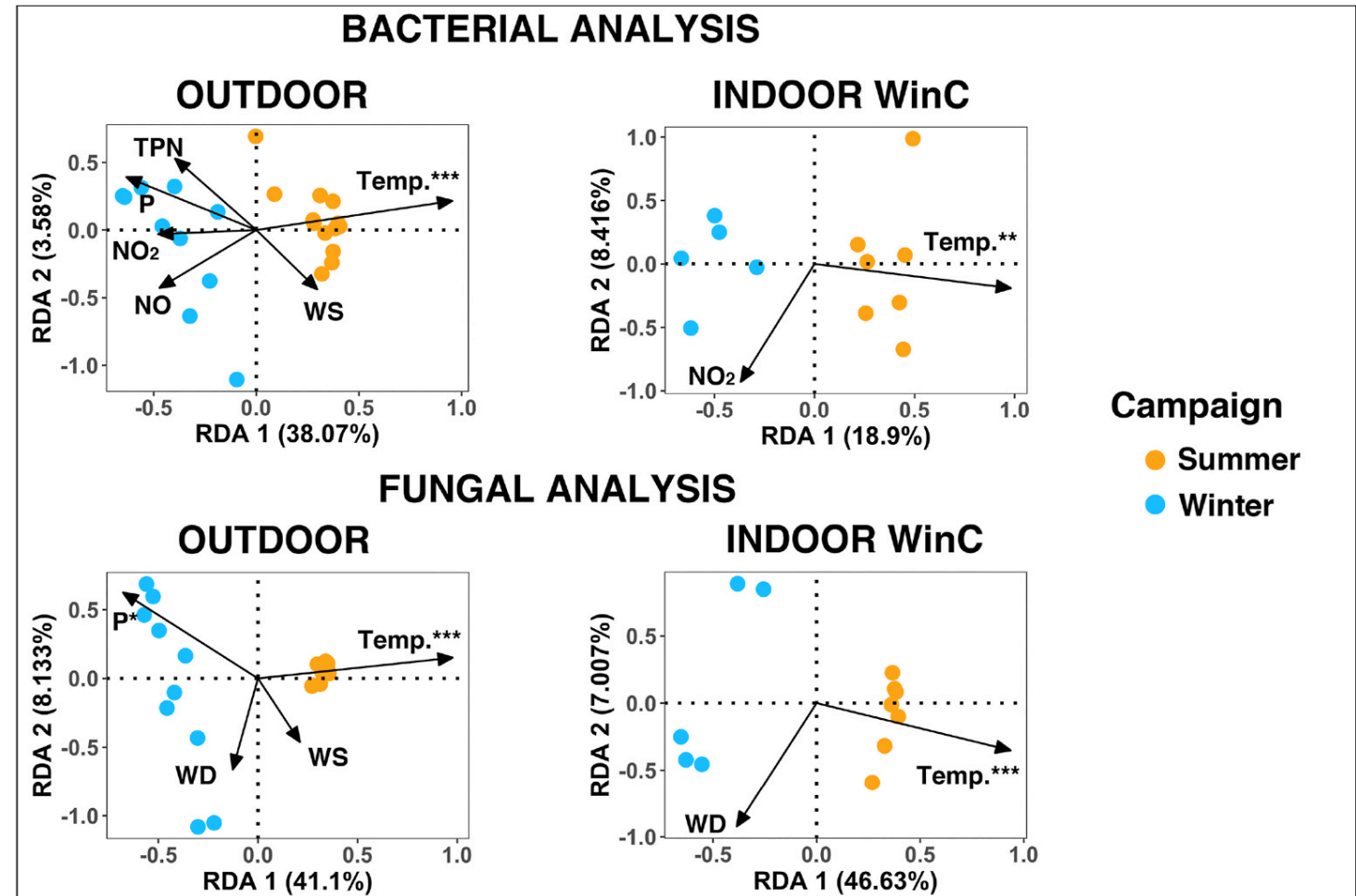


La ventilación natural (una ventana abierta durante 2 h) modificó ligeramente la composición de microorganismos del interior, pero sin llegar en ningún caso a igualar la del exterior.

En relación con el grupo de microorganismos potencialmente peligrosos, la apertura de ventana no modificó de manera significativa los niveles en el interior.

## Campañas: ETSII y Hospital Clínico San Carlos

Las variables meteorológicas (temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, etc.) y los contaminantes (PM, NO<sub>2</sub>, NO,) no son buenos predictores de la composición microbiana de los ambientes interiores.



## CONCLUSIONES

- ❖ La composición de microorganismos en la atmósfera urbana tiende a la homogenización (independiente del grado de urbanización) estando formada principalmente por grupos bacterianos estables a lo largo del año, mientras que en el caso de los hongos es más variable, y está influenciada por los factores meteorológicos asociados principalmente a los cambios estacionales.
- ❖ Fenómenos particulares como las intrusiones de polvo sahariano tienen un bajo efecto sobre los microorganismos establecidos a nivel local, aunque su efecto puede estar condicionado por la intensidad de la intrusión.
- ❖ Los ambientes interiores de edificios que recurren a la ventilación natural o no están aislados eficientemente del exterior presentan una composición de microorganismos similar al exterior en cuanto a diversidad, pero con variaciones en las proporciones de los grupos microbianos.
- ❖ El aire interior se caracteriza principalmente por unas mayores proporciones de bacterias relacionados con el ser humano, mientras que en el caso de hongos estas diferencias no son tan evidentes.
- ❖ La ventilación natural mediante la apertura de una ventana promueve cierto intercambio de partículas biológicas, pero tras 2 h el ambiente interior sigue manteniendo diferencias significativas en su composición comparado con el exterior.
- ❖ La complejidad y diversidad de agentes biológicos dificulta el uso de las variables meteorológicas y/o contaminantes como únicos predictores de su composición en ambientes exteriores o interiores, lo que implica que se debe seguir profundizando en su estudio hasta alcanzar mejores niveles de comprensión.



*Programas de Actividades de I + D  
entre grupos de investigación  
de la Comunidad de Madrid  
en Tecnologías 2018*

**Muchas gracias!**