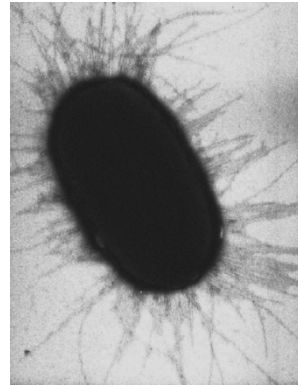
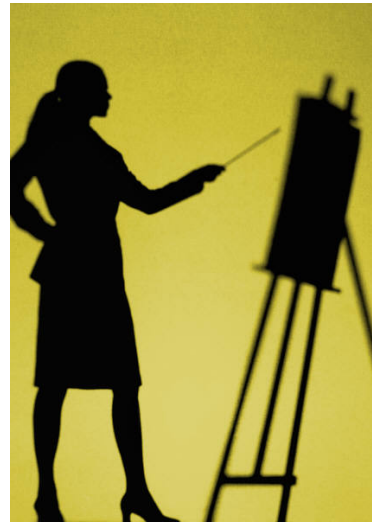


Trabajos en Áreas Contaminadas con Bioaerosoles

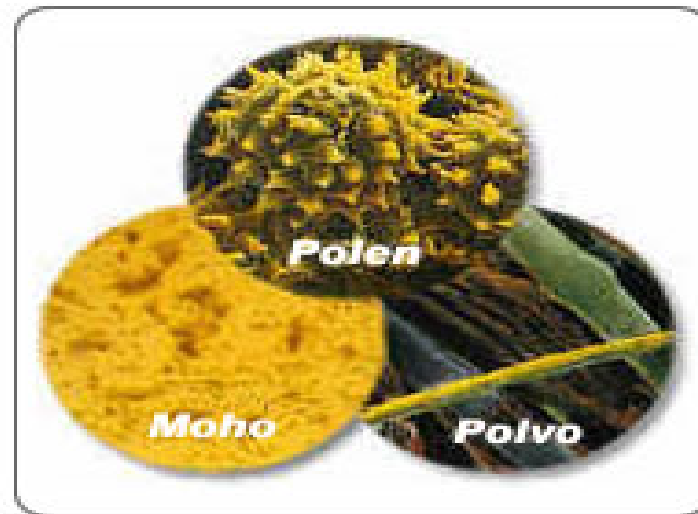


Conceptos básicos



¿Qué son los Bioaerosoles?

Un bioaerosol es aquello que se encuentra en suspensión en el aire que está o estaba vivo, o es producto de algo vivo.



Ejemplos de bioaerosoles son:

- Virus
- Bacterias
- Esporas de Hongos
- Algas
- Protozoos
- Polen
- Ácaros del polvo
- Escamas de piel / pelo (animales o humanos)



Biocontaminantes

- Son mezclas complejas de distintas clases de partículas: microorganismos (cultivables, no cultivables, muertos), fragmentos, toxinas, compuestos orgánicos volátiles, desechos de materia viva, etc.
- Las respuestas de los humanos varían desde efectos inocuos hasta enfermedades graves.
- Las concentraciones medidas de los bioaerosoles cultivables y contables dependen del método de toma de muestras y análisis.

Biocontaminantes

- Partículas de origen biológico suspendidas en el aire:
bacterias, hongos, polen, virus
- y sus subproductos:
endotoxinas y micotoxinas
- y otros fragmentos: excrementos o partes de insectos, escamas de piel, pelo.

Las partículas pueden ser viables o no viables.

- Las CÉLULAS VIABLES son capaces de reproducirse o tienen actividad metabólica
- Las CÉLULAS NO VIABLES no son capaces de reproducirse o están muertas.

Para que las células sean infecciosas, tienen que ser viables. Sin embargo, tanto las células viables como las no viables pueden causar reacciones alérgicas o efectos tóxicos.

Consideraciones generales en la valoración biológica

- No existen límites de exposición.
- Su concentración es el único factor de riesgo.
- Para evaluar el riesgo, hay que conocer y examinar la naturaleza del microorganismo y sus productos.
- Hay que considerar la carga fúngica total al analizar los factores de riesgos de alergias.

Trabajadores potencialmente expuestos a biocontaminantes



Trabajadores industriales

- Plantas de agua residual
- Tratamiento de alcantarillas
- Molinos textiles
- Aserraderos
- Industrias con torres de enfriamiento
- Molinos de pulpa y papel
- Trabajadores de oficina

Hongos: efectos alérgicos

Muchas de las especies de hongos podrán a través de sus esporas u otros elementos producir cuadros de alergias como rinitis, asma, conjuntivitis y en casos raros pero más graves cuadros de inflamación del pulmón llamados neumonitis de hipersensibilidad. También son capaces de generar aisladamente sinusitis micóticas alérgicas, siendo estas sinusitis crónicas y particularmente difíciles de tratar.

Hongos: efectos alérgicos

Los hongos, en su mayoría, causan alergias a través del contacto de sus esporas con la mucosa respiratoria, bronquial o conjuntival, provocando cuadros de rinitis, asma y conjuntivitis respectivamente.

Esporas que se conocen que son alérgenas

- *Acremonium spp.*
- *Alternaria spp.*
- *Aspergillus spp.*
- *Aureobasidium spp.*
- *Aureobasidium pullulans*
- *Chaetomium spp.*
- *Cladosporium spp.*
- *Drechslera spp.*
- *Epicoccum spp.*
- *Fusarium spp.*
- *Helminthosporium spp.*
- *Mucor spp.*
- *Nigrospora spp.*
- *Penicillium spp.*
- *Phoma spp.*
- *Scopulariopsis*
- *Stachybotrys spp.*
- Rusts y smuts

Número de esporas descargadas de una fuente

Especie	# esporas/día
Ganoderma applanatum	30 000 millones
Daldinia concentrica	100 000 millones
Penicillium spp.	400 millones

Hongos y sus esporas

Los principales hongos productores de alergias en nuestro medio son:

- *Alternaria spp.*
- *Cladosporium spp.*
- *Penicillium spp.*
- *Aspergillus spp.*

Los dos primeros se encuentran preferentemente en exteriores y los dos últimos preferentemente en interiores.

Hongos en edificios

Para que pueda haber crecimiento de hongos en un edificio se necesitan los siguientes componentes:

1. Humedad
2. Materiales orgánicos
3. Temperatura

El componente que debe controlarse es la humedad

Hongos en edificios

Especies más frecuentes en un edificio húmedo:

- *Alternaria alternata* (paredes y ventanas)
- *Cladosporium herbarum* (paredes y ventanas)
- *Trichoderma viride* y *Aspergillus versicolor* (madera húmeda)
- *Stachybotris chartarum* (yeso, gypsum board, papel, tapices y aislamientos)
- *Penicillium brevicompactum* (madera)
- *Penicillium chrysogenum* (papel y tapices)

¿Cuánto es mucho?

- Las esporas de los hongos entran a los edificios desde el exterior y el conteo de esporas dentro del edificio es generalmente menor que afuera.
- El conteo de esporas en el interior es típicamente entre 10 y 50% menor al conteo exterior. Sin embargo, a diferencia del polen, los hongos pueden crecer en interiores.
- En algunas ocasiones, los conteos en interiores pueden ser mayores a los exteriores.

¿Cuánto es mucho?

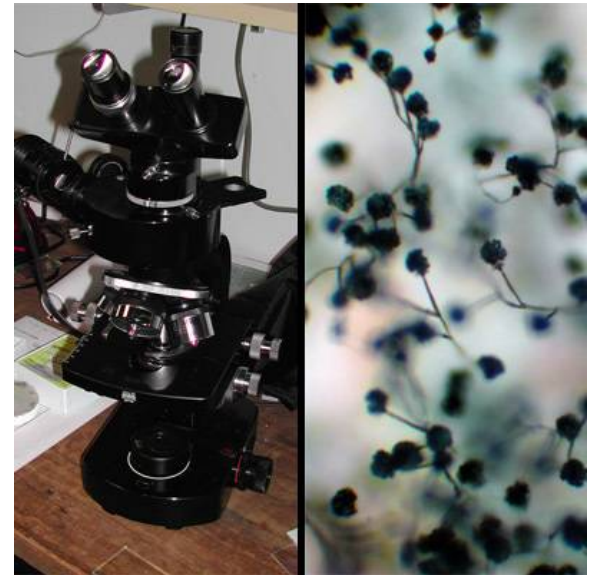
Ausente	0
Bajo	1 - 6499
Moderado	6500 - 12999
Alto	13000 - 49999
Muy alto	>50000

de esporas

Grupo
ITS

Estándares de exposición a hongos de la UE (interiores)

- Muy bajo: $< 50/m^3$
- Bajo: $< 200/m^3$
- Medio: $< 1\ 000/m^3$
- Alto: $< 10\ 000/m^3$
- Muy alto: $> 10\ 000/m^3$



Estándares de exposición a hongos de la UE (interiores)

Categoría	Posibles síntomas para personas que sufren de alergias o asma.
Muy bajo	No hay síntomas
Bajo	Sólo presentan síntomas aquellos individuos extremadamente sensibles.
Medio	Muchos individuos sensibles van a experimentar síntomas.
Alto	La mayoría de individuos con algún tipo de sensibilidad van a experimentar síntomas.
Muy alto	Casi todos los individuos con cualquier tipo de sensibilidad van a experimentar síntomas. Las personas muy sensibles pueden experimentar síntomas severos.

Ubicación donde se tomó la muestra	Recepción	Área A	Control Exterior	Blanco
I.D. de filtro	157640	157634	157638	150482
Estructuras fúngicas	Estructuras Fúngicas / m ³	Estructuras Fúngicas / m ³	Estructuras Fúngicas / m ³	Estructuras Fúngicas / m ³
Ascosporas	260	N/D	3,400	<1
Aspergillus/Penicillium	30,000	18,000	28,000	<1
Basidiosporas	7,300	3,700	10,000	<1
Cladosporium	520	530	1,300	<1
Curvularia	260	N/D	N/D	<1
Ganoderma	260	N/D	N/D	<1
Especial tipo de esporas/ fragmentos de hifas	520	530	260	<1
Myxomycetes	260	N/D	N/D	<1
Total de estructura fúngica	39,380	27,760	42,960	

Ubicación donde se tomó la muestra	Área A	Área B	Control (externo)
I.D. de filtro	163017	163014	163015
Spore Types	Count/m ³	Count/m ³	Count/m ³
Alternaria	N/D	N/D	250
Ascospores	N/D	240	16,000
Aspergillus/Penicillium	14,000	15,000	53,000
Basidiospores	1,700	2,900	37,000
Cladosporium	79	160	1,000
Smuts	79	N/D	N/D
Curvularia	N/D	79	510
Myxomycete	N/D	N/D	N/D
Unidentifiable Fungus #1	400	320	1,800
Nigrospora	N/D	N/D	250
Hyphal fragments	N/D	79	N/D
Ganoderma	160	N/D	760
Pithomyces	N/D	N/D	510
Cercospora	N/D	79	N/D
Bipolaris / Drechslera Like	N/D	N/D	250
Total de hongos	16,418	18,617	111,330

I.D. Filtro:	157640					
Género del Hongo	Interior		Exterior		Diferencia	
					d1	d2
Ascosporas	260	7	3400	3	4	16
Aspergillus/Penicilium	30000	1	28000	1	0	0
Basidiosporas	7300	2	10000	2	0	0
Cladosporium	520	3	1300	4	-1	1
Curvularia	260	5	N/D	0	5	25
Ganoderma	260	6	N/D	0	6	36
Fragmentos de hifas	520	4	260	5	-1	1
Myxomycetes	260	8	N/D	0	8	64
Total	39380		42960			143
	$rs = 1 -$	$\frac{(6 * \sum di^2)}{N(N^2 - 1)}$			$\frac{di^2}{N}$	143
	$rs = 0,7024$	Hay correlación				8

Controles

- Hay que controlar la humedad relativa en las viviendas; los hongos son muy dependientes de la humedad para prosperar.
- Es recomendable mantener la H.R. por debajo del 60%.
- Arreglar goteras.

Controles

- Ventilar y deshumedecer áreas como subterráneos, clóset y baños, uso de productos antifúngicos si hay impactaciones de hongos (manchas de humedad) en materiales como cortinas de baño, paredes, etc.
- Remover materiales contaminados en las viviendas como alfombras, papeles murales, libreros, etc.
- Evitar plantas de interior.
- Mantenimiento adecuado de los sistemas de aire acondicionado.

Controles

Es frecuente que los sistemas de A/A ayuden a la proliferación de hongos en diferentes partes, ya sea tanto de los aparatos como los conductos, generen humedad y condensación con la consecuente proliferación y distribución de esporas de hongos en ambientes de interior como oficinas y casas.



Controles

- La clave para controlar el hongo es el control de la humedad.
- Si es un problema en el edificio, debe limpiar el hongo cuanto antes y resolver el problema de humedad.
- Es importante secar los lugares y objetos dañados por el agua en las siguientes 24 a 48 horas a fin de evitar que crezca el hongo.

Problemas de hongos en interiores



Stachybotrys spp. en pared



Aspergillus en muebles



(C) 2006-1991 Daniel Friedman

Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Problemas de hongos



Limpieza y remoción

- Repare las goteras de plomería y otros problemas de agua en cuanto sea posible.
- Seque completamente todos los artículos.
- Frote el moho para sacarlo de las superficies duras utilizando detergente y agua, y seque completamente dichas superficies.

Limpieza y remoción

- Es posible que se necesite desechar los materiales absorbentes o porosos, tales como las baldosas de techo cuando están mohosas. El moho puede crecer o rellenar las zonas o grietas vacías de los materiales porosos, y puede que sea difícil o imposible eliminarlo completamente.
- Evite exponer su persona u otras personas al moho.
- No pinte ni selle superficies mohosas. Limpie el moho y seque las superficies antes de pintar. La pintura que se aplica encima de superficies mohosas tiende a pelarse.

Limpieza y remoción

Evite inhalar el moho o las esporas de moho. A fin de limitar su exposición al moho en el aire, utilice un respirador N-95. Para que sea eficaz el respirador, debe ajustarse bien y se deben seguir cuidadosamente las instrucciones provistas con el respirador.



Limpieza y remoción

Utilice guantes. Se recomiendan guantes largos que se extienden más allá de la muñeca. Cuando se trabaja con agua y un detergente suave, es posible utilizar guantes de gomas caseros. Si utiliza un desinfectante, un biocida tal como la lejía, o una solución de limpieza fuerte, debe seleccionar guantes de goma natural, neopreno, nitrilo, poliuretano, o PVC. Evite tocar el moho o los artículos mohosos con sus manos descubiertas.

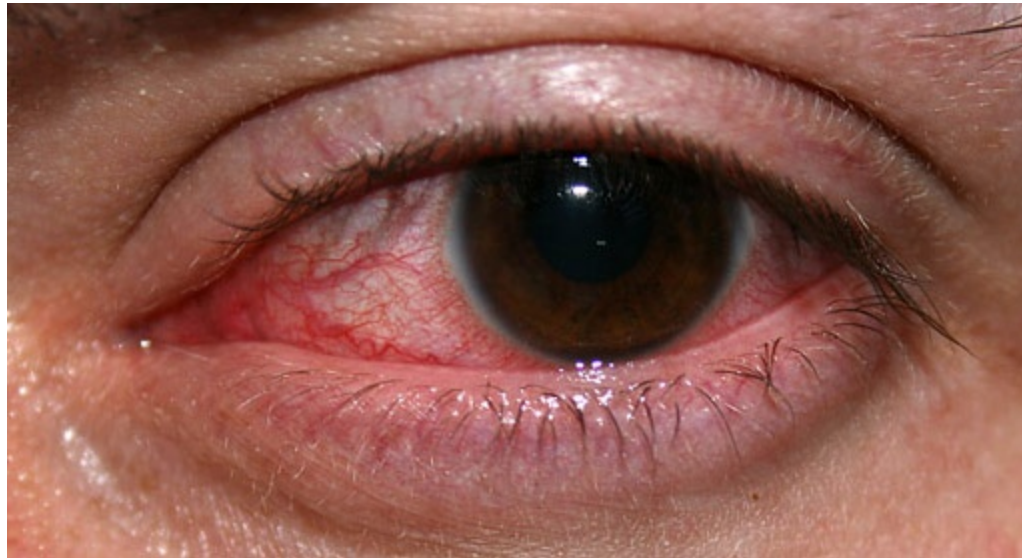


Limpieza y remoción

Utilice gafas de protección: Se recomiendan gafas de protección sin orificios de ventilación. Evite que el moho o las esporas de moho entren en sus ojos.



Keratitis



Limpieza y remoción



Limpieza y remoción



Observar detrás de paredes



Limpieza y remoción



Limpieza y remoción



Medidor de humedad



Encapsulado



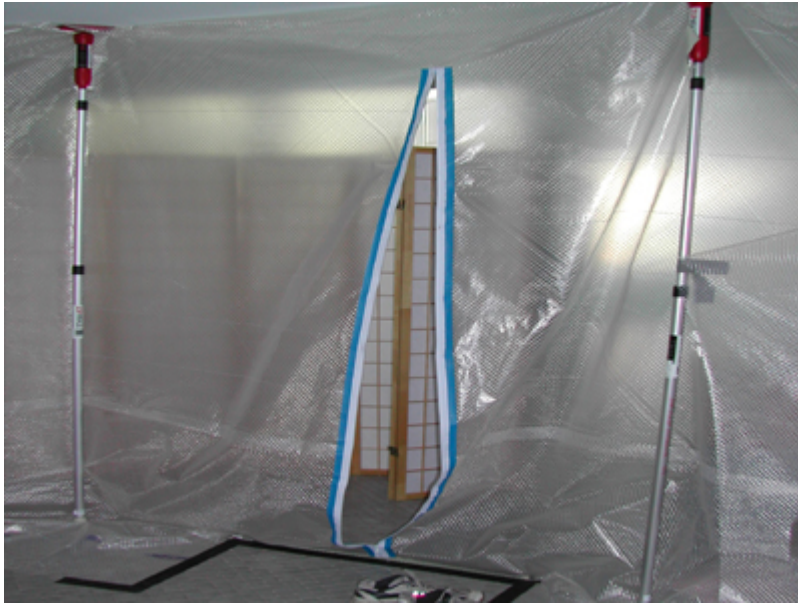
Encapsulado



Encapsulado



Encapsulado



Ventilación del encapsulado



Ventiladores



Fin de la limpieza

Tiene que haber resuelto el problema del agua o de la humedad completamente antes de determinar que la limpieza o el remedio se ha terminado.

- No debería haber mohos visibles ni olores de moho.
- No se deberían ver señales de problemas de agua o de crecimiento de moho.
- Las personas deberían haber podido reocupar el área sin que surjan síntomas físicos ni quejas de salud.



Muestreo de biocontaminantes



Muestreo de biocontaminantes

- La meta del muestreo biológico es ayudar a determinar si las partículas presentes en un ambiente en particular están afectando o causando irritación o alergias en ciertos individuos.
- El muestreo también se usa para localizar la fuente de contaminación por microorganismos y facilitar una remediación efectiva.
- El muestreo nos indica, de una manera científica, si el ambiente contiene más organismos de lo normal.
- Existen varias técnicas para evaluar el nivel de microorganismos en interiores.

Muestreo de biocontaminantes

- En la actualidad, no existen protocolos aceptados o reglamentaciones referentes al muestreo de biocontaminantes. Ante la ausencia de estándares, el sentido común debe prevalecer.
- Es conocido que algunas bacterias y hongos pueden causar enfermedades solo cuando están vivas (viables); otras son capaces de producir alergias o irritaciones aunque no estén vivas.

Muestreo de biocontaminantes

- Adicionalmente, mientras los cultivos pueden permitir más exactitud al especificar los organismos, las esporas puede variar en su habilidad de crecer en cultivos. Esto puede resultar en una caracterización inexacta del área.
- Por esta razón, un protocolo completo de muestreo debería incluir cultivos y métodos no viables. Si el presupuesto es reducido, recomendamos utilizar cassettes de captura no viables.

Muestreo de biocontaminantes

- Se debe minimizar la posibilidad de falsos negativos y falsos positivos y maximizar la probabilidad del verdadero positivo.
- No es necesario que el número de muestras sea excesivo, pero sí preciso.
- Los datos se deben presentar en un tiempo razonable por el estado cambiante del contaminante.

Planificación

Antes de iniciar la medición, se debería establecer una hipótesis del problema.



Planificación

- ¿Por qué hay que medir?
- ¿Qué agentes pueden estar presentes?
- ¿Cuales vamos a medir?
- ¿Dónde medimos?
- ¿Cuándo medimos?
- ¿Cómo medimos?
- ¿Cuántas muestras necesitamos?

Planificación

La siguiente información debería colectarse:

- Historial de quejas/enfermedades de los habitantes
- Planos mecánicos y arquitectónicos
- Especificaciones del edificio
- Informes de balance del AA
- Record de mantenimiento de los sistemas de AA
- Manuales de los sistemas de ventilación
- Historial de inundaciones
- Historial ambiental del edificio

Planificación

La siguiente información debería analizarse in situ:

- Limpieza del local
- Olores
- Movimiento de las personas
- Movimiento del aire
- Humedad relativa
- Temperatura
- Sistema de ventilación o AA
- Materiales de construcción (niveles de humedad?)

Muestreo de hongos

- El higienista debe tener un propósito para el muestreo (hipótesis) y el propósito debe ayudar a identificar el área a ser muestreada.
- Las áreas a muestrear para hongos deben ser: representativas del edificio, las áreas donde haya mayor número de quejas y áreas de preocupación.

Estrategias de muestreo

El plan de muestreo puede:

- Buscar información general; por ejemplo conocer si la distribución de los hongos interiores es similar a la exterior.
- Buscar información más específica; por ejemplo conocer si alguna especie en especial está presente.
- Buscar información detallada; por ejemplo si alguna especie en especial está presente y posiblemente causando alguna enfermedad.

Donde y cuándo muestrear

Hay muchas variables que pueden afectar la estrategia de muestreo:

- Condiciones ambientales en diferentes partes del edificio
- Hora del día
- Época del año
- Áreas de control
- Ubicación de los muestreos exteriores.

Zonas a considerar

- Áreas de quejas
- Áreas de control
- Muestras exteriores
- Diferentes zonas alimentadas por diferentes AA
- Diferencias en materiales de construcción
- Diferencias en antigüedad del edificio
- Zonas en renovación / construcción.

Muestras en exteriores

- Es importante tomar muestras en el exterior para compararlas con los niveles internos.
- Se recomienda:
 - Que se tomen en el techo del edificio de cara al viento.
 - Evitar tomar muestras durante el corte del pasto
 - Evitar tomar muestras vientos abajo del edificio
 - Evitar tomar muestras durante operaciones de construcción; especialmente excavaciones

Entrenamiento necesario para el muestreo

- Efectos de la exposición a hongos
- Métodos de muestreo y equipos
- Trampas de esporas, cultivo, otros métodos
- Muestreo de alérgenos
- Interpretación de la data
- Bacteria y endotoxinas

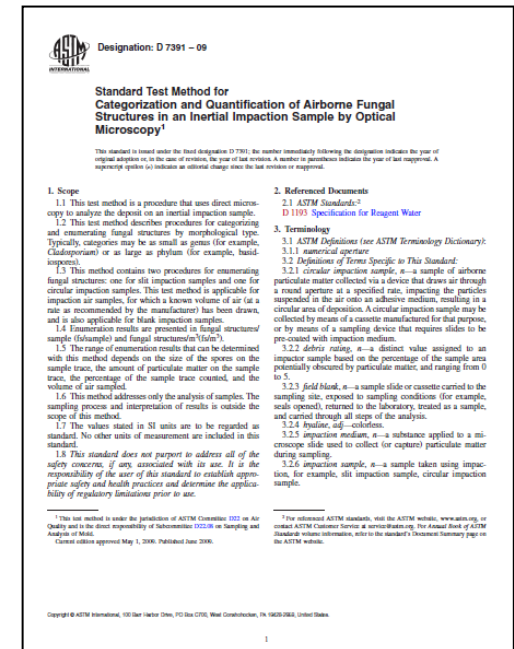
Métodos de muestreo de bioaerosoles

1. Impactación
2. Filtración
3. Percusión líquida
4. Gravitación o deposición

Un elemento importante a considerar cuando se selecciona un método de muestreo es si los organismos necesitan permanecer viables para el análisis.

Muestreadores de bioaerosol basados en la impactación

Método ASTM D7391-2009: Standard Test Method for Categorization and Quantification of Airborne Fungal Structures in an Inertial Impaction Sample by Optical Microscopy



Muestreadores de bioaerosol basados en la impactación

Cassettes impactadores

- Para examinar bioaerosoles suspendidos en el aire como esporas de moho.
- Empleado con una bomba a 15 L/min por un tiempo máximo de 10 minutos.
- Los bioaerosoles chocan contra un portaobjeto de microscopio con una superficie pegajosa.
- El portaobjeto es teñido y analizado microscópicamente.

Cassettes de *Versatrap*



Equipo de muestreo



Ultimate Kit Shown

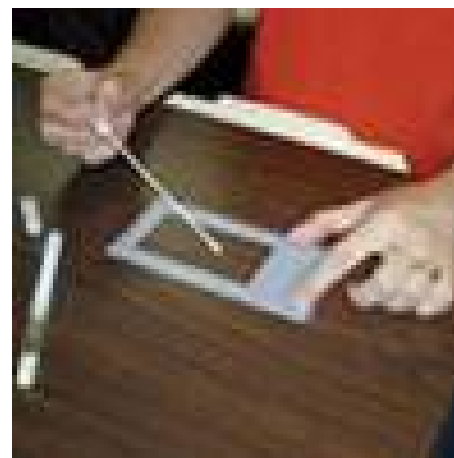
Equipo de muestreo



Tiempos de muestreo: cassette impactador

Condiciones ambientales	Tiempo de muestreo @ 15 lpm
Cavidades en paredes	1 minuto
Ambiente sucio, polvoriento	3 minutos
Interiores - normal	5 minutos
Interiores - muy limpio	10 minutos

Muestreo de polvo en superficies



Muestreo de polvo en superficies



Pautas para determinar cuándo tomar muestras de bioaerosol

- Para ubicar fuentes de contaminación biológica si existen quejas en relación con la salud del ocupante, pero no hay problemas evidentes con bacterias.
- Para identificar y medir niveles de microorganismos si existe un problema
- Para evaluar la efectividad de los controles
- Para investigar el origen de una enfermedad diagnosticada
- Para vigilar las liberaciones de bioaerosoles en aplicaciones específicas

Guía general de interpretación de resultados

- **Niveles normales de esporas:** los niveles dentro del edificio deberían tener en promedio de 30% a 80% de los niveles en exteriores durante el muestreo, con la misma distribución general de los tipos de esporas. Para áreas con aire filtrado (aire acondicionado), el promedio debería estar entre 5% y 15% de los niveles en exteriores durante el muestreo.
- Los valores son de referencia; el factor que más afecta es la accesibilidad de aire desde el exterior; si las puertas y ventanas permanecen abiertas, los niveles pueden alcanzar el 95% de los niveles exteriores.
- Los ambientes interiores con mucho polvo pueden superar el 100% de los niveles del exterior, pero manteniendo la misma distribución del tipo de esporas del exterior.

Guía general de interpretación de resultados

Ambientes interiores con problemas: un incremento sustancial en uno o dos tipos de esporas que no son consistentes con la distribución de los tipos del exterior es usualmente un indicador de un problema de crecimiento de hongos.



Guía general de interpretación de resultados

Efectos del tiempo: la lluvia lava muchos tipos de esporas y ayuda en la dispersión de otros. El muestrear en días muy húmedos, va a resultar en conteos de esporas bajos o que tienen una distribución significativamente diferente. La microflora difiere en los días soleados de los de lluvias.

Estructura Fúngica	Efecto a la salud
Ascosporas	La mayoría de las asposporas no causa padecimientos patogénicos, aunque existan algunas con esta capacidad. Se sabe que son alergénicas y estos efectos pueden variar ampliamente entre géneros y especies de cada ascospora.
Aspergillus/Penicillium	Todas las especies de este género se consideran alérgenos. Varias especies son causa común de alergias tipo 1. Los síntomas agudos incluyen edemas y bronco espasmos. También se han reportado casos de enfisema e infecciones oportunistas en los ojos y oídos. Algunas especies producen micotoxinas que pueden estar asociadas con enfermedades en humanos y animales. Algunas toxinas producidas por este hongo son cancerígenos potenciales en humanos.

Basidiosporas

Se sabe que son causas comunes de efectos alérgicos incluyendo: alergias de tipo 1, pneumonitis hipersensitiva de tipo 111, e hipersensibilidad al cultivo de champiñones. En raras ocasiones causan infecciones oportunistas. Se ha encontrado algunas basidiosporas que producen toxinas, aunque los efectos de estas toxinas en la salud humana no han sido suficientemente estudiados.

Cladosporium

Generalmente no es patogénico, pero puede causar cromoblastosis en climas tropicales y sub-tropicales. Se ha encontrado que Cladosporium produce toxinas, sin embargo los efectos de estas toxinas en la salud humana no han sido bien estudiados. Se han reportado que causan infecciones en la piel y uñas, como también sinusitis e infecciones pulmonares. Si éstas últimas no se tratan, pueden convertirse en infecciones pulmonares como la pulmonía. Las esporas aéreas de Cladosporium son alérgenos y, en grandes cantidades pueden afectar severamente a los asmáticos y otras personas con enfermedades respiratorias. La exposición prolongada puede debilitar el sistema inmunológico. Las especies de Cladosporium no producen micotoxinas de preocupación, pero si producen MVOC's asociados con olores. Son causa común de efectos alérgenos,

Curvularia

Los efectos más comunes en salud son alergénicos e incluyen alergias de tipo 1 y sinusitis micóticas alérgicas. Es un agente de infecciones oportunistas de la córnea y los senos. Ocasionalmente puede causar onychomycosis, keratitis ocular, sinusitis, neumonía, absceso cerebral e infección diseminada en pacientes que sufren de una condición inmunológica. A la fecha no se conocen toxinas.

