



**GOBIERNO DEL
ESTADO DE
MÉXICO**

CALIDAD DEL AIRE Y SALUD

EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA

Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica
y Control de Enfermedades

Año 2* Núm. 5

Boletín Mensual * Digital



Mayo de 2024

Boletín Mensual

Mohos y esporas



**GOBIERNO DEL
ESTADO DE
MÉXICO**

SALUD
SECRETARÍA DE SALUD

CRÉDITOS

Delfina Gómez Álvarez

Gobernadora del Estado de México

Macarena Montoya Olvera

Secretaria de Salud

Colaboradores CEVECE

Víctor Manuel Torres Meza

Ma. de Jesús Mendoza Sánchez

Ignacio Miranda Guzmán

Luis Anaya López

Mauricio R. Hinojosa Rodríguez

Víctor Flores Silva

Subdirección de Epidemiología

Luis Estaban Hoyo García de Alba

Diseño

Ana Laura Toledo Avalos

Contaminantes Criterio de Importancia en el Valle de Toluca

Especificaciones de los Contaminantes Criterio

Contaminante	Concentración Promedio	Valor límite	Unidades	Norma Oficial Mexicana
PM10	24 hrs.	70	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-2021
PM2.5	24 hrs.	41	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-2021
O3	1 hr.	0.090	ppm	NOM-020-SSA1-2021
NO2	1 hr.	0.106	ppm	NOM-023-SSA1-2021
CO	8 hrs. móvil	9.0	ppm	NOM-021-SSA1-2021
SO2	24 hrs.	0.110	ppm	NOM-022-SSA1-2010

De acuerdo con las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, que se resumen en el cuadro anterior, podemos decir lo siguiente:

Las **partículas PM10** se miden cada hora y se realiza un promedio a las 24 horas; el valor límite para este año 2024 es de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM10 y PM2.5. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se refiere a la exacerbación de casos de asma, principalmente en niños. De acuerdo con el estudio sobre la carga global de enfermedades atribuibles a la contaminación atmosférica, de la Organización Mundial de Salud (OMS), la exposición a partículas finas en el aire ambiente representa el quinto factor de riesgo de muertes prematuras en la población a nivel mundial. En México, las estimaciones corresponden a cerca de 29,000 muertes y casi 558,000 años de vida ajustados por discapacidad atribuibles a la mala calidad del aire.

Para el caso de PM2.5, este contaminante se mide cada hora y se realiza un promedio a las 24 horas; el valor límite para este año 2024 es de $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de acuerdo con la NOM-025-SSA1-2021; el riesgo para la salud se centra en la exacerbación de casos de asma, principalmente en niños. Existe evidencia científica que apoya una relación causal entre la exposición a PM2.5 en el aire ambiente e incremento en la prevalencia de cardiopatías isquémicas, enfermedades cerebrovasculares e incremento en infecciones de las vías respiratorias inferiores y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas. En los estudios con población infantil, se han evidenciado efectos como el incremento en la prevalencia del asma, bajo peso al nacer, parto prematuro y trastornos neurológicos o cognitivos.

En cuanto al ozono (O3), este contaminante se mide cada hora; el valor límite es de 0.090 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O3). Valores normados para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se refiere a exacerbaciones respiratorias en población general y disminución en la función pulmonar aunado a un mayor uso de medicamentos en niños asmáticos.

El dióxido de nitrógeno (NO2), se mide cada hora; el valor límite es de 0.106 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se refiere a la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Este contaminante se deriva de los procesos de combustión, siendo ésta la fuente principal de su vertimiento a la atmósfera.

El monóxido de carbono (CO), se mide por 8 hrs. móvil; el valor límite es de 9.0 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se observa en la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Este contaminante se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, consecuentemente pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo, tales como los incendios forestales o de los procesos naturales que se llevan a cabo en los océanos.

Dióxido de azufre (SO2), de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población, para este contaminante se establecen dos valores límite para las concentraciones ambientales a efecto de proteger la salud de la población más susceptible: valor límite de 1 hora: 0.075 ppm ($196.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales obtenidos de los máximos diarios; y valor límite de 24 horas: 0.04 ppm ($104.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como el máximo de 3 años consecutivos, obtenidos de los promedios de 24 horas. Por lo que es responsable en buena medida de las «lluvias ácidas» y de la contaminación del aire que afectan a las zonas urbanas e industriales. Recientemente, se han reconocido a las emisiones de SO2 por su contribución a la formación de aerosoles inorgánicos secundarios, partículas finas que son perjudiciales para la salud humana.

Comportamiento de los contaminantes en el mes de abril

Contaminantes en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca Máximo diario Abril 2024

FECHA	PM10	PM2.5	O3	NO2	CO	SO2
01/04/2024	138	71	0.076	0.045	0.85	0.007
02/04/2024	157	71	0.089	0.044	0.8	0.008
03/04/2024	136	63	0.059	0.045	0.84	0.008
04/04/2024	117	60	0.049	0.034	0.59	0.006
05/04/2024	106	43	0.072	0.043	0.85	0.007
06/04/2024	115	46	0.078	0.05	0.82	0.007
07/04/2024	108	41	0.085	0.033	0.58	0.009
08/04/2024	113	44	0.065	0.045	0.79	0.009
09/04/2024	118	52	0.064	0.063	1.09	0.008
10/04/2024	110	50	0.072	0.046		0.006
11/04/2024	107	46	0.073	0.053	0.94	0.007
12/04/2024	117	49	0.111	0.063		0.009
13/04/2024	124	58	0.112	0.069		0.008
14/04/2024	126	60	0.105	0.055		0.009
15/04/2024	132	54	0.121	0.069		0.008
16/04/2024	131	51	0.103	0.063		0.008
17/04/2024	127	51	0.104	0.065		0.008
18/04/2024	134	56	0.101	0.062	0.9	0.009
19/04/2024	133	71	0.118	0.063	1.11	0.009
20/04/2024	129	69	0.087	0.063	1.1	0.006
21/04/2024	111	51	0.091	0.046	1	0.005
22/04/2024	87	43	0.087	0.051		0.005
23/04/2024	90	44	0.094	0.041		0.004
24/04/2024	89	45	0.106	0.052		0.004
25/04/2024	101	51	0.101	0.062		0.004
26/04/2024	111	55	0.076	0.063	0.96	0.006
27/04/2024	104	53	0.099	0.055	0.95	0.009
28/04/2024	98	48	0.08	0.046	0.74	0.008
29/04/2024	96	48	0.103	0.067	1.04	0.004
30/04/2024	112	54	0.112	0.073	1.38	0.004

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVT Abril 2024

Con base en las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, el comportamiento en el mes de Abril de 2024, fue el siguiente: en partículas PM10, hubo 30 días (100%) fuera de la NOM-025-SSA1-2021, en el caso de partículas PM2.5 se registraron 30 días (100%) fuera de la NOM-025-SSA1-2021, la concentración de estos días tiene repercusiones en la salud de la población.

En el mes de Abril, los valores de ozono (O3), registraron 15 días en que la calidad sobrepasó los valores límites de la NOM- 020-SSA1-2021 (50%).

El dióxido de nitrógeno (NO2), no sobrepasó los límites de la NOM-023-SSA1-2021, (100%); el monóxido de carbono (CO), no sobrepasó los límites de la NOM-021-SSA1-2021 sin embargo, hubo 11 días en que no fue posible obtener valores y registró 19 días dentro de los límites (100%), el dióxido de azufre (SO2), tampoco sobrepasó los límites de la NOM-022-SSA1-2010 y se registraron 30 días dentro de la NOM (100%).

El valor máximo en PM10 fue de 157 y se registró el 2 de Abril, en PM2.5 fue de 71 los días 1, 2 y 19 de abril. En cuanto a los valores mínimos, para partículas PM10 fue de 87 el día 22 de abril y para partículas PM2.5 fue de 41 el día 7 de Abril de 2024, días en que se sobrepasaron los límites de la NOM-025-SSA1-2021.

Descripción del Contaminante: Mohos y esporas

La contaminación del aire en las ciudades es un problema a nivel mundial a causa del impacto que tiene sobre la salud humana, y uno de los factores más relevantes son las emisiones de material particulado (PM, por sus siglas en inglés). Este contaminante es una mezcla de partículas que pueden ser sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en el aire, y dependiendo de su tamaño se pueden llegar a depositar en distintos niveles del tracto respiratorio.

El material particulado (PM) se puede emitir directamente a la atmósfera, se denomina PM primario y constituye algunos minerales, metales, hollín, partículas de sal, polen o esporas. Además, puede formarse por procesos de conversión de gases, como sulfatos, nitratos y compuestos orgánicos, a partículas por medio de procesos que son favorecidos por las condiciones meteorológicas y climáticas, y son llamadas partículas secundarias. Estas condiciones hacen que existan diferentes tipos de PM dependiendo de su origen y composición, y por lo tanto sus características pueden variar en cada ciudad.

La contaminación biológica del aire interior de las viviendas y locales de uso público constituye una importante causa de morbilidad y malestar frecuente, la que puede interactuar con los efectos de los contaminantes químicos y con los cuales a menudo comparten causas comunes. Los principales contaminantes biológicos incluyen los mohos, el exoesqueleto y heces de ácaros del polvo, cucarachas y otros insectos, la caspa de la piel y el pelo de animales como las mascotas, que pueden actuar como alérgenos, bacterias como las Legionellas, virus y otros agentes capaces de producir enfermedades infecciosas. Las fuentes y factores contribuyentes incluyen la humedad generada por filtraciones en instalaciones hidráulicas, elevada humedad relativa, ventilación natural e insolación deficientes, inadecuado control técnico de los componentes de sistemas de climatización mecánica, limpieza deficiente y hacinamiento.

Los contaminantes biológicos del aire se encuentran en todo hogar, escuela, locales de trabajo y de uso público. Las fuentes incluyen el aire exterior y las propias personas donde se alojan virus y bacterias, en los animales (insectos y otros artrópodos, y mamíferos) que eliminan alérgenos, en las superficies interiores y en cualquier receptáculo de agua donde los hongos y bacterias puedan crecer.

Varios factores permiten que los agentes biológicos crezcan y se liberen al aire. En primer lugar, la humedad relativa elevada (propia del clima cálido y lluvioso), especialmente en el interior de viviendas con deficiente ventilación natural e insolación, contribuye al crecimiento de las poblaciones de ácaros del polvo y al crecimiento de hongos en las superficies húmedas. La contaminación por ácaros y hongos puede originarse en inundaciones, y comúnmente por alfombras continuamente húmedas (como ocurre cuando estas se colocan en suelos de concreto con deficiente ventilación), en los baños o humedad generada por filtraciones de instalaciones hidráulicas. Dispositivos como los humidificadores, deshumidificadores, equipos de aire acondicionado (régimen de recirculación) y las fuentes para recoger agua bajo espirales de enfriamiento (como en los refrigeradores) favorecen el crecimiento de bacterias y hongos.

Los componentes de sistemas mecánicos de calefacción, ventilación y aire acondicionado también pueden servir como reservorios o lugares de multiplicación microbiana. Entre estos, figuran las tomas de aire cercanas a fuentes de contaminación tales como agua estancada, desechos orgánicos o excremento de aves, o las mismas partes del sistema. El polvo y los desechos pueden depositarse en los conductos o cajas mezcladoras de la unidad de ventilación.

Una variada gama de bacterias saprofitas y hongos se desarrollan en el interior de los edificios y pueden crecer en las superficies de recubrimiento de paredes, suelos y lugares donde se acumula polvo y en los sistemas HVAC (calefacción, ventilación, y aire acondicionado), liberando esporas y células en el aire, siendo *Cladosporium* y *Penicillium* los mohos más abundantes. El polen y las esporas son elementos reproductores de las plantas fanerógamas y los hongos, respectivamente que son liberados de las anteras y esporangios por dehiscencia de estos órganos. Esta liberación puede ser de forma explosiva, de una sola vez, o de forma gradual, dependiendo de la planta de que se trate. Por ello, podemos considerar a las plantas como centros emisores de partículas, en este caso de partículas biológicas.

Las alergias causadas por las esporas fúngicas y el polen son la causa más común del Síndrome del Edificio Enfermo (SEE). El polen y las esporas fúngicas presentes en la atmósfera son partículas vivas, dispersas en el aire que entran en contacto con el organismo a través de las mucosas, durante el proceso de respiración.

Descripción del Contaminante: Mohos y esporas

Los equipos de humidificación y enfriamiento del aire acondicionado pueden ser fuentes de bioaerosoles. Hay estudios que demuestran que humidificadores contaminados con agentes alergógenos como *Cephalosporium* y *Penicillium* se implicaron en episodios de alveolitis alérgica; también se ha descrito que los humidificadores de aire acondicionado pueden ser fuentes de contaminación de importantes antígenos como *Alternaria alternata* y *Aureobasidium pollulans* que son relevantes para la alveolitis alérgica denominada "pulmón del humidificador".

Las mezclas de los contaminantes ambientales producidos biológicamente están omnipresentes en la naturaleza y pueden modificarse por la actividad humana. Todas las personas están expuestas repetidamente, día tras día, a una amplia variedad de estos contaminantes. No hay valores TLVs (valores límite de umbral) para las concentraciones de organismos totales cultivables o contables y partículas (p.e. *Aspergillus fumigatus*), agentes infecciosos (p.e. *Legionella pneumophila*) o contaminantes de procedencia biológica analizables (p.e. endotoxinas o compuestos orgánicos volátiles).

Los mohos se reproducen por medio de pequeñas esporas. Estas esporas se transportan continuamente en el aire libre, así como en interiores. Cuando las esporas se depositan en una superficie húmeda, comienzan a crecer y a alimentarse de la superficie a la cual están adheridas. Hay hongos que crecen en madera, papel, alfombras y alimentos cuando se acumula humedad o exceso de agua dentro de casas y edificios.

El aire transporta las esporas del moho, las cuales pueden estar presentes durante todo el año. El moho es más común en los espacios interiores húmedos, tales como sótanos, baños o cuartos de lavado. Las telas, los tapetes, los animales disecados, los libros o el papel colgado pueden contener esporas de moho si se conservan en lugares húmedos. En los espacios al aire libre, el moho se encuentra en la tierra, los abonos y sobre la vegetación húmeda. Los mohos muertos pueden seguir ocasionando reacciones alérgicas a las personas sensibles, por lo que deben ser eliminados, tomando precauciones para evitar la exposición personal.

Existe una relación entre la exposición a condiciones que favorecen la contaminación biológica, como la humedad, (debida a filtraciones del sistema de drenaje de eliminación de residuales y o por inundaciones) y los síntomas inespecíficos del tracto respiratorio superior e inferior. Las pruebas muestran que algunos episodios del grupo de síntomas no específicos conocido como "síndrome del edificio enfermo" pueden relacionarse con la contaminación microbiológica que se presenta en las edificaciones.

Los síntomas relacionados con las alergias pueden ocurrir después de la exposición al moho, partes del cuerpo o deyecciones de ácaros, insectos (como la cucaracha), caspa de la piel o el pelo de animales (mascotas), polvo u otras sustancias que normalmente se encuentran en los ambientes interiores y no causan síntomas en la mayoría de las personas. La alergia polínica es una de las enfermedades más molestas y persistentes entre las no fatales, estando relacionada, tanto con la presencia en el aire de determinados granos de polen y esporas, como la concentración de los mismos. La etiología de dichas afecciones se debe a determinadas sustancias, existentes en las estructuras de los propios granos de polen y esporas, capaces de desencadenar procesos anafilácticos en las y los pacientes con una capacidad de reacción específica alterada frente a las mismas.

No hay una forma específica para eliminar todo el moho y las esporas. No obstante, la clave para evitar su propagación es eliminar la fuente de humedad en dichas superficies. Los síntomas y afecciones asociados a la exposición al moho incluyen reacciones alérgicas, como irritación de los ojos o la piel, rinitis, tos y estornudos, manifestaciones de asma (disnea y sibilantes) y otras afecciones respiratorias. No hay una forma efectiva de eliminar totalmente el moho o sus esporas del ambiente interior; la mejor forma de reducir su crecimiento es controlando la humedad.

El asma inducida por alergias se activa por la presencia de alérgenos; los que se encuentran más asociados son los ácaros en el polvo, caspa de los animales, polen y esporas de hongos. La exposición a estos compuestos genera la producción de un gran número de ROS (Especies Reactivas de Oxígeno que son un conjunto de compuestos químicos que contienen oxígeno en su fórmula y una mayor o menor reactividad química y capacidad de oxidar) lo que aumenta los procesos proinflamatorios de la célula y ocasiona un incremento en el daño en el ADN, lo que puede contribuir al aumento en la severidad de esta enfermedad.

El mejor tratamiento es evitar la cercanía y el contacto con mohos, caspa y polvo. Las vacunas antialérgicas (inmunoterapia) se recomiendan si la sustancia a la cual la persona es alérgica no puede evitarse y si los síntomas son difíciles de controlar. La mayoría de los síntomas de alergias al moho, la caspa y el polvo se pueden tratar fácilmente y dicho tratamiento regular puede minimizar los síntomas.

Casos Nuevos de Enfermedades asociadas a la Calidad del Aire

Daños a la salud	No. de Casos en el mes de Abril 2024
Asma	185
Conjuntivitis	603
Infección respiratoria aguda (IRA)	12,071
Otitis media aguda	52
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	48*
Enfermedad cerebrovascular	35
Enfermedad isquémica del corazón	47

* Fuente: Dirección General de Epidemiología. SUAVE Canal Endémico. Consultado el 07 de mayo del 2024. Disponible en https://www.sinave.gob.mx/SUAVE/DirApp/Reportes/Canal_Endemico.aspx

Daños a la Salud

En el Valle de Toluca durante el mes de abril del año 2024, se estima que la contaminación del aire ocasionó los siguientes daños a la salud:

- Se exacerbaron los síntomas del asma y de la conjuntivitis en 185 y 603 personas, respectivamente.
- El tres por ciento de las personas que padecieron una IRA, en esta ocasión 362 personas, se puede atribuir a la contaminación del aire.
- Durante el mes de abril del 2024, 52 personas padecieron de otitis media aguda, por su probable exposición a altos niveles de contaminación del aire.
- En el mes de abril del 2024, se identificaron 48* personas con EPOC, un porcentaje de ellas podría estar relacionado al humo del tabaco y otro más a la contaminación ambiental.
- Considerando el estimador del 25% de las muertes por la OMS para la Enfermedad Cerebrovascular podríamos decir que 9 personas afectadas por esta enfermedad, se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.
- Considerando el estimador del 25% de las muertes por la OMS para la Enfermedad Isquémica del Corazón podríamos decir que 12 personas afectadas por esta enfermedad, se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.

Normatividad Ambiental

Normatividad Contaminante Mohos y Esporas

Los contaminantes biológicos son emitidos a partir de material vivo o en descomposición, por ejemplo, moho, esporas, partes de insectos, restos de piel humana o animal y plagas. Su presencia puede tener un impacto significativo en la calidad del aire, y también en interiores.

Los Centros para el Control de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos, refieren que no se sabe cuántas especies de hongos existen, pero se calcula que puede haber desde decenas de miles hasta quizá trescientas mil o más. El moho crece mejor en condiciones cálidas, mojadas y húmedas, y se propaga y reproduce mediante esporas. Las esporas del moho pueden sobrevivir en condiciones ambientales, como la resequead, que no favorecen el crecimiento normal del moho.

Los mohos se encuentran virtualmente en cada ambiente y pueden ser detectados, tanto en interiores como al aire libre, durante todo el año. Al aire libre pueden encontrarse en áreas o lugares húmedos sombreados donde hay descomposición de hojas o de otro tipo de vegetación. El moho puede entrar a su casa a través de puertas o ventanas abiertas, rejillas de ventilación, y sistemas de calefacción y aire acondicionado.

No se han establecido estándares para determinar cuál es la cantidad aceptable, tolerable o normal de moho. Un análisis de muestras de moho puede ser caro, y no hay estándares establecidos para juzgar cuál es y cuál no es una cantidad aceptable de moho. En general, se debe considerar que siempre hay un poco de moho en todas partes (ya sea en el aire y en muchas superficies).

Ciertos tipos de moho son tóxicos, lo cual significa que pueden producir toxinas (especialmente "micotoxinas") aunque el moho que podría producir micotoxinas presenta los mismos peligros que los otros tipos de moho comunes que pueden crecer en casa. No todos los hongos producen micotoxinas y aun aquellos que lo hacen no las producen bajo todas las condiciones ambientales o de superficie. Al menos 60 especies de mohos tienen esporas que se consideran alergénicas (Burge 1989) de modo que son de particular preocupación las especies de *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Alternaria*.

Las esporas de moho son alérgenos que pueden estar presentes en ambientes interiores y exteriores. En Estados Unidos, los mohos exteriores están presentes todo el año en el oeste (altitudes más bajas) y el sur, y en el norte durante el otoño. Los mohos exteriores en el norte generalmente alcanzan su punto máximo de actividad al final del verano. En el caso de los mohos interiores, no hay diferencias de patrón estacional pero es cierto que la sensibilización a los alérgenos en ambientes interiores y a las esporas de los mohos exteriores constituye un factor de riesgo de asma en niños, niñas y personas adultas.

Por su tamaño, el material particulado suspendido en el aire se puede clasificar en tres tipos de partículas: gruesas, finas, y ultrafinas. Las partículas gruesas miden entre 2.5 a 100 μm (micrones) y representan menos del 1% de las partículas transportadas por aire. Pueden afectar a los ojos, nariz y garganta. Algunos ejemplos de estas partículas son las esporas de moho, ya que miden entre 8 a 10 μm . Es común encontrarlas en casas y ductos de aire. Pueden flotar a través de estos y formar nuevas colonias, además, pueden incrementar las posibilidades de desarrollar asma.

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-021, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM10 y PM2.5. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población, señala que las partículas (o aerosoles) son una mezcla compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas en estado sólido o líquido que permanecen suspendidas en la atmósfera por periodos variables de tiempo, con características físicas y químicas diversas que dependen de su origen entre los ambientes urbanos y rurales, así como de las fuentes específicas de generación y tipo de precursores. Los componentes principales de las partículas son: sulfatos, nitratos, amonio, carbono elemental y orgánico, elementos traza, sales, bioaerosoles y metales pesados. Por su origen, se pueden clasificar como naturales o antropogénicas y se definen como primarias aquellas que son emitidas directamente por alguna fuente contaminante, o como secundarias, las que se forman en la atmósfera, resultado de reacciones químicas entre gases y partículas primarias. Por lo que cabría considerar que esta NOM incluye a los mohos y esporas como parte del Material Particulado que regula como calidad del aire, estableciendo el cumplimiento gradual para los valores límite de PM10 y PM2.5 en el aire ambiente:

Contaminante	Concentración	Año 1 ^a	Año 3 ^a	Año 5 ^a
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 h	70	60	50
	Anual	36	28	20
PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 h	41	33	25
	Anual	10	10	10

De igual modo, aceptando que, aunque la calidad del aire exterior en México ha sido ampliamente estudiada, se ha centrado principalmente en los contaminantes químicos pocos estudios han evaluado la calidad biológica del aire a través de la medición de bioaerosoles atmosféricos, en los que quedan comprendidos los mohos y esporas.

FUENTES CONSULTADAS:

- CDC. Los mohos (hongos) en el medio ambiente. <https://www.cdc.gov/mold/es/faqs.htm>
- COFEPRIS. Clasificación de los contaminantes del aire ambiente. 31/Diciembre/2017. <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/2-clasificacion-de-los-contaminantes-del-aire-ambiente#:~:text=Los%20contaminantes%20biol%C3%B3gicos%20son%20emitidos,aire%2C%20y%20tambi%C3%A9n%20en%20interiores>
- TFM. ¿CUÁLES SON LAS PARTÍCULAS QUE ESTÁ EN EL AIRE Y SU CLASIFICACIÓN? <https://www.tfm.pe/noticias/la-importancia-del-tamaño-de-las-partículas-en-el-aire>
- María del Carmen Calderon-Egquerro a, Nancy Serrano-Silva, et. al. Aerobiological study of bacterial and fungal community composition in the atmosphere of Mexico City throughout an annual cycle. 2021 Elsevier. Environmental Pollution. <http://rema.atmosfera.unam.mx/rema/Publicaciones/aerobiological%20study%20bacterial%20and%20fungal.pdf>
- OPS. Calidad del aire. <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire/calidad-aire-ambiente>

Recomendaciones

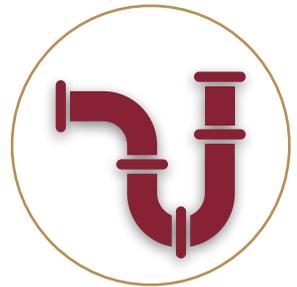
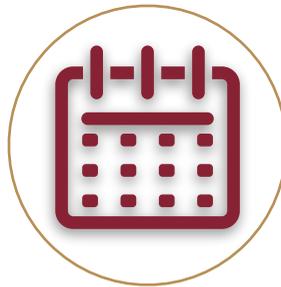
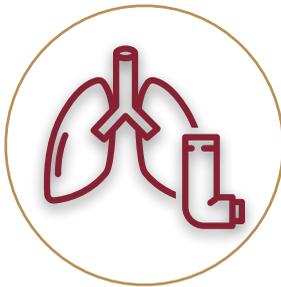
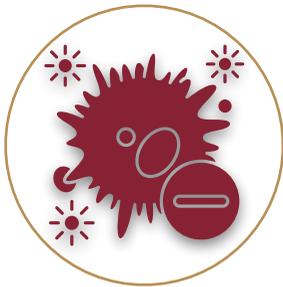
Exposición a Moho y Esporas como contaminantes del aire

A través de estudios aerobiológicos se evalúa la diversidad de partículas biológicas en el aire y su liberación, emisión, transporte, deposición e impacto. Las partículas biológicas primarias, o bioaerosoles, son un subconjunto de partículas atmosféricas que se liberan directamente desde la biosfera a la atmósfera. Están formados por organismos vivos y muertos como bacterias, hongos, virus, esporas de bacterias y hongos, fragmentos microbianos, polen, etc.

Siempre hay algo de moho en el entorno. El moho ha estado en la Tierra por millones de años. El moho puede entrar a la casa a través de puertas, ventanas y conductos de ventilación abiertos, y sistemas de calefacción y aire acondicionado. El moho del aire en el exterior puede llevarse a espacios interiores en la ropa, zapatos, bolsas y hasta en las mascotas.

Las dos principales afecciones alérgicas asociadas con la exposición a polen y esporas de hongos, son la rinitis alérgica y el asma, que suponen un importante problema de salud, con un gran coste económico. Considerando que no hay normas establecidas para determinar cuál es una cantidad aceptable o tolerable de moho, especialmente las personas susceptibles a estos biocontaminantes del aire, deberían tomar en cuenta lo siguiente:

- Existe un riesgo potencial para la salud que obliga a eliminar el moho, sin importar cuál sea el tipo que se encuentre presente.
- Las personas sensibles deben evitar áreas que presentan más probabilidad de tener moho, como los lugares donde se apila el abono, el prado cortado y las zonas boscosas.
- Las y los médicos deben tener en cuenta los contaminantes atmosféricos comunes que pueden afectar a pacientes asmáticos.
- Consulte los calendarios de polinización que existen para plantas y árboles de la localidad donde vive, a fin de prepararse para las temporadas de mayor liberación de moho y esporas.
- Acuda a su médico ante la exacerbación de síntomas de alergia (congestión nasal, dolor de garganta, tos o sibilancias, ardor en los ojos o sarpullidos).
- Añada inhibidores de moho a la pintura antes de pintar su casa.
- Asegúrese de que el aire en su casa circule libremente y de ser posible, use extractores que ventilan hacia el exterior de la casa en la cocina y el baño para evitar el ingreso de moho y esporas del aire ambiente exterior.
- Repare cualquier gotera en el techo, paredes o tuberías de su hogar para que el moho no tenga humedad que le permita crecer.
- Use cubrebocas, mascarillas para protección eficaz contra partículas contaminantes, polen, ácaros, escamas y pelo de animales, esporas de moho y gérmenes como bacterias o virus; según indicación médica.



FUENTES CONSULTADAS:

- Edmonds y Benninghof, 1973; Isard y Gage, 2001. Aerobiología y Salud. https://www.google.com/search?q=estudios+de+Edmonds+y+Benninghof%2C+1973&oeq=estudios+de+Edmonds+y+Benninghof%2C+1973&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEUUYOTJCAEQIRgKKGKAB0gEINjQ5NmowajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&e=UTF-8
- CDC. Los mohos en el medio ambiente. <https://www.cdc.gov/mold/es/pdfs/faqs.pdf>
- CDC. Usted puede controlar el moho (hongos). https://www.cdc.gov/mold/es/control_mold.html#:~:text=Mantenga%20los%20niveles%20de%20humedad,la%20humedad%20en%20su%20casa.
- Red Mexicana de Aerobiología (REMA). UNAM. <http://rema.atmosfera.unam.mx/rema/PUBLICACIONES.aspx>
- EFA. Abogando por el cambio para todas las personas con alergias y enfermedades de las vías respiratorias durante 30 años. <https://www.efanet.org/news/news/4338-world-asthma-day-2024-efa-launches-aboutasthma-org-an-innovative-tool-for-asthm-a>