

TRABAJO FIN DE GRADO



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE MEDICINA

Grado en Medicina

El aire que nos une: la relación del cambio climático con
las alergias respiratorias

Autor/a: Ana Isabel Melgarejo Muñoz

Director/es:
Dra. Mónica Antón Gironés

Murcia, 13 de Mayo de 2026

TRABAJO FIN DE GRADO



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE MEDICINA

Grado en Medicina

El aire que nos une: la relación del cambio climático con
las alergias respiratorias.

Autor/a: Ana Isabel Melgarejo Muñoz

Director/es:
Dra. Mónica Antón Gironés

Murcia, 13 de Mayo de 2026

TRABAJO FIN DE GRADO



DEFENSA TRABAJO FIN DE GRADO

DATOS DEL ALUMNO	
Apellidos: Melgarejo Muñoz	Nombre: Ana Isabel
DNI: 49969340T	Grado en Medicina
Facultad de Medicina	
Título del trabajo: El aire que nos une: la relación del cambio climático con las alergias respiratorias.	

El Dr. Mónica Antón Gironés tutor del trabajo reseñado arriba, acredito su idoneidad y otorgo el V.º B.º a su contenido para ir a Tribunal de Trabajo fin de Grado.

En Murcia, a 12 de Mayo de 2026

MONICA|
ANTON|GIRONES

Firmado digitalmente por
MONICA|ANTON|GIRONES
Fecha: 2026.05.13 08:05:37
+02'00'

Fdo.:

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis padres el brindarme la oportunidad para estudiar la carrera de Medicina, ya que sin ellos y sin su apoyo incondicional hubiese sido imposible. No me han podido dejar mayor legado que una buena formación y educación, en todos los sentidos de la palabra. Gracias por demostrarme que quien te quiere, te cuida.

También me gustaría agradecer a mis hermanos, Salva y Cris, por celebrar cada éxito en mis estudios como si fuesen los suyos y estar siempre que he necesitado un abrazo o una reunión de hermanos.

De igual manera que agradezco a mis abuelos su amor y su fe ciega en mí, incluso pensando que algún día ganaré un Premio Nobel de Medicina. No me olvido de ninguno, os llevaré siempre en el corazón, a los que siguen aquí y a las dos estrellas que iluminan el cielo. Al final, el amor es lo único capaz de traspasar el espacio y el tiempo.

Además, querría agradecer a mis amigos, de dentro y fuera de Medicina, los momentos vividos más allá de clase, las risas compartidas y los viajes increíbles a lo largo de todos estos años, no podría haber tenido más suerte.

Asimismo, me gustaría agradecer a la Ana del pasado no haber tirado la toalla cuando las circunstancias personales no eran las más cómodas para continuar, sin tu fuerza de voluntad y esfuerzo constante habría sido imposible finalizar este grado.

Finalmente, me gustaría agradecer a mi tutora Mónica Antón todo el cariño mostrado a lo largo de la realización de este trabajo, así como su disponibilidad y ayuda ofrecida en todo momento, sin su empatía y vocación como profesora y médica, este proyecto no hubiese sido lo mismo.

ABREVIATURAS

T2: tipo 2.

TSLP: linfopoyetina estromal tímica.

IL-4: interleucina 4.

IL-5: interleucina 5.

IL-13: interleucina 13.

IL-25: interleucina 25.

IL-33: interleucina 33.

ILC2: células linfoides innatas de tipo 2.

Th2: linfocitos T helper 2.

NO₂: dióxido de nitrógeno.

DEP: partículas de escape de diésel.

PM_{2.5}: materia particulada 2.5.

PM₁₀: materia particulada 10.

GEI: gases de efecto invernadero.

CO₂: dióxido de carbono.

CH₄: metano.

N₂O: óxido nitroso.

SNS: sistema nacional de salud.

pMDI: inhaladores presurizados de dosis media.

HFC: hidrofluorocarbonos.

DPI: inhaladores de polvo seco.

COVID-19: enfermedad por coronavirus 2019.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	
ABREVIATURAS	
RESUMEN	
• Descriptores.....	
ABSTRACT	
• Key words	
1. INTRODUCCIÓN	21
1.1 Qué son las alergias respiratorias. Tipos, definición y relación con inmunidad tipo 2.....	21
1.2 Hipótesis de la higiene.....	21
1.3 La barrera epitelial respiratoria.....	22
1.4 En qué consiste el cambio climático y cuáles son sus principales precursores.....	22
1.5 Cambios alérgicos por cambios en los estilos de vida.....	22
1.6 Relación e impacto del cambio climático sobre las alergias respiratoria ...	23
1.7 Justificación del estudio.....	24
1.8 Objetivos.....	24
2. METODOLOGÍA	25
2.1 Diseño del estudio.....	25
2.2 Estrategia de búsqueda.....	25
2.3 Criterios de inclusión y de exclusión.....	25
2.4 Proceso de selección de artículos.....	26
3. RESULTADOS	27
3.1 Características generales.....	27
3.2 Síntesis de resultados principales.....	27
4. DISCUSIÓN	33
4.1 Discusión de resultados principales.....	33
4.2 Limitaciones del estudio.....	36

5. CONCLUSIONES	37
6. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	38
6.1 Introducción	38
6.2 Hipótesis.....	38
6.3 Objetivos.....	38
6.4 Material y métodos.....	39
6.5 Relevancia científica.....	39
7. TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS	40
8. BIBLIOGRAFÍA	41

RESUMEN

Introducción: El cambio climático es una de las mayores preocupaciones del mundo actual. Por una parte, esto es debido a las evidentes repercusiones meteorológicas que conlleva. Por otra parte, también a las implicaciones que tiene sobre la salud humana, en especial sobre las enfermedades alérgicas respiratorias. Es por ello, que se realiza una revisión sistemática que recoge evidencia actualizada sobre el tema a tratar.

Objetivos: El objetivo principal de este estudio es evidenciar la relación del cambio climático con las alergias respiratorias. Entre los objetivos específicos se encuentra la revisión del impacto del cambio climático sobre la barrera epitelial respiratoria, los efectos sobre los mecanismos inmunitarios tipo 2, definir el concepto de cambio climático y exponer sus principales precursores, así como analizar la asociación de los cambios en los estilos de vida con el cambio en el clima.

Metodología: Este trabajo consiste en una revisión sistemática. Para dar respuesta a los objetivos planteados, se realizó una búsqueda sistemática en la base de PubMed, así como en el archivo de diferentes entidades sanitarias. Se recopiló un total de treinta y dos artículos publicados entre 2020 y 2025.

Conclusiones: Las conclusiones obtenidas de la realización de este estudio dejan expuesta la clara asociación del cambio climático con las alergias respiratorias, influyendo sobre estas los fenómenos meteorológicos adversos y los contaminantes ambientales, principalmente CO₂. Estos dañan la barrera epitelial respiratoria, favorecen la inducción de mecanismos de tipo 2 y provocan un aumento de susceptibilidad de padecer asma y rinitis alérgica, sobre todo en personas que viven en entornos urbanos.

Descriptor: Rinitis alérgica; Asma alérgica; Inmunidad tipo 2; Cambio climático; Fenómenos meteorológicos.

ABSTRACT

Background: Climate change is one of the biggest concerns of today's world. On the one hand, this is due to the obvious meteorological impacts that it involves. On the other hand, also the implications that it has for human health, especially for respiratory allergic diseases. That is why a systematic review, that collects update evidence about the topic to be addressed, is carried out.

Objectives: The main objective of this study is to demonstrate the relationship between climate change and respiratory allergies. Specific objectives include reviewing the climate change's impact on the respiratory epithelial barrier, effects on type 2 immune mechanisms, defining the concept of climate change and show its main precursors, as well as analyzing the association of changes in lifestyle with climate change.

Methodology: This work is a systematic review. To respond to the objectives set, a systematic search was carried out in the base of PubMed, as well as in the archive of different health entities. A total of thirty-two articles published between 2020 and 2025 were collected.

Conclusions: The conclusions obtained from the realization of this study show the clear association of climate change and respiratory allergies, influenced by adverse weather events and environmental pollutants, mainly CO₂. These pollutants damage the respiratory epithelial barrier, promote induction of type 2 mechanisms and increase susceptibility to asthma and allergic rhinitis, especially in urban population.

Key words: Allergic rhinitis; Allergic asthma; Type 2 immunity; Climate change; Weather events.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Qué son las alergias respiratorias. Tipos, definición y relación con inmunidad tipo 2

Las alergias respiratorias son un conjunto de patologías desencadenadas por una respuesta exagerada del sistema inmunitario a sustancias ambientales inofensivas, dando reacciones de hipersensibilidad. Dentro del gran grupo de alergias, se focalizará en las que afectan más comúnmente al aparato respiratorio: la rinitis y el asma (1).

La rinitis consiste en la inflamación de la mucosa nasal, con los consiguientes síntomas derivados de la misma, como estornudos, congestión y rinorrea, afectando a la calidad de vida de quien la padece. Además, está muy relacionada con la conjuntivitis y el asma (2).

El asma es una enfermedad crónica inflamatoria de las vías respiratorias inferiores que produce dificultad respiratoria, tos, hiperreactividad bronquial y sibilancias a la auscultación. Debe subrayarse que normalmente el asma comienza en la infancia, aunque puede iniciar tardíamente en adultos, con mayor gravedad y menor relación con la atopia (3).

Estas dos enfermedades vienen sucedidas por el mecanismo de defensa inmunitario T2 que se da al entrar en contacto un alérgeno con las células epiteliales respiratorias. En respuesta al daño, se liberan alarminas epiteliales (IL-25, IL-33 y TSLP), que estimulan células T2 (ILC2 y Th2), las cuales liberan citocinas T2 (IL-4, IL-5 e IL-13). Estas se encargan de la migración de células inflamatorias y de la perpetuación del daño de la barrera epitelial y producción de moco (4).

1.2 Hipótesis de la higiene

La hipótesis de la higiene se basa en que un estilo de vida en condiciones estériles con ausencia de exposición temprana a alérgenos, predispone al desarrollo de alergias (5,6).

Es de relevancia señalar que la contaminación atmosférica y el incremento de las temperaturas propiciado por el cambio climático, han conseguido modificar las temporadas de polen, potenciando su duración en el aire, así como la susceptibilidad alérgica a este (6,7).

En definitiva, la reducción a la pronta exposición de antígenos, favorece la sensibilización alérgica, esto sumado al efecto de los contaminantes ambientales, provoca un aumento de la susceptibilidad a padecer asma y rinitis alérgica (5,6,7).

1.3 La barrera epitelial respiratoria

El buen estado del epitelio respiratorio es esencial para la adecuada defensa del organismo frente a alérgenos. En la rinitis alérgica y el asma suele existir una barrera epitelial respiratoria defectuosa (8).

Esta barrera consta de una lámina celular epitelial estratificada con cuatro componentes: células epiteliales, proteínas estructurales, proteínas implicadas en la formación de uniones tisulares y axonal y productos secretados y matriz (8).

La exposición a sustancias contaminantes que contribuyen al cambio climático, induce la expresión de alarminas como IL-25, IL-33 y TSLP, por las células epiteliales del tejido bronquial de los pulmones, provocando los síntomas habituales del asma grave (9).

Los fenómenos meteorológicos derivados del cambio climático tienen relación directa con las alergias respiratorias, al desencadenar síntomas propios de estas. En este sentido, conviene señalar el efecto de la lluvia sobre el polen. Por una parte, cuando llueve, se facilita la eliminación de cierta cantidad de polen en el aire. Sin embargo, la lluvia también contribuye al crecimiento de plantas que liberan polen, así como a la rotura de pequeños granos de este, favoreciendo la liberación de partículas paucimicrónicas de 1-5 μm , que contienen alérgenos (9,15).

1.4 En qué consiste el cambio climático y cuáles son sus principales precursores

El cambio climático se define como cambios de los patrones climáticos del planeta. Estos han ido sucediendo a lo largo del tiempo, principalmente por el calentamiento global. Su principal precursor es el efecto invernadero, causado por el incremento de GEI, como el CO₂ derivado de la quema de combustibles fósiles. El resultado global de esto es un aumento de las temperaturas que provoca fenómenos meteorológicos extremos como olas de calor o inundaciones (10,11).

Cabe destacar la implicación de los cambios en el clima sobre la salud humana. Temperaturas excesivamente altas provocan un adelanto de la época de floración y una prolongación de la estación polínica de cada alérgeno, así como una modificación en la producción, concentración y distribución de los mismo (13,14). Estos sucesos derivan en una anticipación y cronificación de la clínica respiratoria por alérgenos polínicos.

1.5 Cambios alérgicos por cambios en los estilos de vida

El cambio climático viene favorecido por cambios en los estilos de vida, basados en la urbanización e industrialización. En las últimas décadas, ha crecido la población en entornos urbanos, donde se encuentran mayores niveles de ozono y PM2.5, sustancias que facilitan la sensibilización alérgica (7,12). Además, existe un aumento de la incidencia de asma en personas que viven en ciudades. Por todo ello, se piensa que estas podrían ser más susceptibles de padecer alergias respiratorias (7,12).

1.6 Relación e impacto del cambio climático sobre las alergias respiratorias

La relación entre el cambio climático y las alergias respiratorias se basa en el aumento del CO₂ en la atmósfera. Este provoca un efecto invernadero capaz de alterar el crecimiento de las plantas tengan, siendo más rápido y aumentando el tiempo e intensidad de floración, incrementando la potencia de los alérgenos polínicos (13,14).

Por otro lado, los fenómenos meteorológicos extremos ligados al cambio climático aumentan la humedad y con ello, se favorece la aparición de moho, alérgeno ambiental a tener en cuenta, tanto en el exterior como en el interior de edificios (14,15). También se ha observado que el humo de los incendios forestales afecta especialmente a personas asmáticas, exacerbando sus síntomas (15).

Además, al final de la primavera e inicios de verano, épocas con altos niveles de polen, ocurren tormentas eléctricas. Estas parecen favorecer la liberación de alérgenos al aire, dando exacerbaciones asmáticas (9,15).

1.7 Justificación del estudio

La justificación de la realización de este trabajo se sustenta principalmente en la actualidad del tema a tratar.

El cambio climático no solo influye en los accidentes meteorológicos acontecidos recientemente, sino que también lo hace en la salud humana. Es por eso, que ha crecido el interés por las repercusiones de este sobre las enfermedades respiratorias alérgicas.

Al tratarse de un tema novedoso y con impacto a nivel global e individual, se ha considerado adecuado realizar este estudio.

1.8 Objetivos

Este trabajo tiene como principal objetivo la realización de una revisión sistemática de la literatura científica disponible, con el fin de analizar cómo el cambio climático actual repercute en la aparición de nuevas alergias respiratorias, así como en el empeoramiento de las existentes, destacando la rinitis y el asma.

En cuanto a los objetivos específicos, se enumeran los siguientes:

1. Revisar si existe un impacto real del cambio climático sobre la barrera epitelial bronquial y nasal, y en consecuencia en la aparición de enfermedades alérgicas respiratorias.
2. Evaluar los efectos del cambio climático sobre los mecanismos inmunitarios tipo 2, implicados en el desarrollo de las alergias respiratorias.
3. Describir el concepto de cambio climático, así como sus principales precursores.
4. Analizar cómo los cambios en el estilo de vida contribuyen al actual cambio en el clima.

2. METODOLOGÍA

2.1 Diseño del estudio

Este estudio consiste en una revisión sistemática centrada en la relación entre el cambio climático y las alergias respiratorias. Con el propósito de dar respuesta a los objetivos planteados, se ha realizado una búsqueda sistemática en la base de datos PubMed, así como en el archivo de publicaciones de entidades sanitarias, como European Climate and Health Observatory, World Health Organization, National Health Service y British Thoracic Society.

2.2 Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica de artículos se llevó a cabo entre los meses de noviembre de 2025 y enero de 2026. Para ello, se utilizaron combinaciones de términos MeSH (Medical Subject Headings) y palabras clave como: “Respiratory allergy”, “Asthma”, “Allergic rhinitis”, “Epithelial barrier”, “Type 2 immunity”, “Hygiene”, “Climate change”, “Extreme Weather”, “Thunderstorm”, “Pollen”, “Urban air”, “City”, y “Pollution”.

2.3 Criterios de inclusión y de exclusión

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión para la selección de artículos:

- Estudios nacionales e internacionales.
- Estudios publicados entre 2020 y 2025.
- Revisiones bibliográficas, estudios observacionales y metaanálisis.

Asimismo, se aplicaron los siguientes criterios de exclusión:

- Estudios que no se centraban específicamente en alergias de tipo respiratorio.
- Estudios sobre el cambio climático que no abordaban el impacto de este sobre la salud humana.

2.4 Proceso de selección de artículos

En el proceso de búsqueda de artículos, se aplicaron los siguientes filtros para una adecuada selección de información: texto completo gratuito y estudios escritos en inglés o español.

Tras aplicar el conjunto de criterios mencionados, se seleccionó un total de treinta y dos artículos para su lectura y revisión.

3. RESULTADOS

3.1 Características generales

En cuanto a las características generales de los artículos incluidos en esta revisión, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión previamente indicados, se seleccionaron un total de treinta y dos artículos publicados entre 2020 y 2025. De ellos, ocho fueron publicados en 2023, siendo el año en el que se concentran la mayoría de estudios seleccionados, seguido de siete publicaciones de 2024 y cinco de 2025. Por tanto, se trata de una bibliografía que muestra información reciente.

Los artículos revisados proceden de diversos países, como Estados Unidos, Canadá, Australia y China, entre otros. Sin embargo, la mayoría son estudios europeos, concretamente veinte de ellos, de los cuales, cinco son españoles.

Respecto al tipo de estudio, la mayoría corresponden a revisiones bibliográficas, junto con dos revisiones sistemáticas con metaanálisis y cinco estudios observacionales, también se han incluido estudios multicéntricos y publicaciones de entidades sanitarias.

En general, los artículos abordan como tema principal la relación entre las enfermedades alérgicas respiratorias y el cambio climático, así como la posible asociación entre esto y los cambios en el estilo de vida. También se citan estudios centrados concretamente en mecanismos inmunitarios y definiciones sobre la barrera epitelial respiratoria, la rinitis y el asma alérgicos.

3.2 Síntesis de resultados principales

Tras una lectura exhaustiva de los artículos seleccionados, se exponen a continuación los resultados principales de esta revisión.

La barrera epitelial respiratoria está compuesta por células epiteliales, proteínas estructurales implicadas en la formación de uniones estrechas y uniones adherentes, así como por productos epiteliales secretados y microbiota epitelial, formando en su conjunto una lámina celular epitelial estratificada (4,8).

Por lo que respecta al impacto del cambio climático sobre la barrera epitelial respiratoria, la literatura revisada señala que dicha barrera puede ser dañada mediante la alteración de las uniones estrechas por la exposición a agentes ambientales, como los contaminantes del aire (4,7,8).

Entre ellos, el ozono, el NO₂, el DEP y el PM_{2.5}, son los más implicados, colaborando con el desarrollo del asma y el aumento de carga asistencial sanitaria (32).

Estas sustancias aumentan la permeabilidad de las vías respiratorias y facilitan el paso de alérgenos a través de las membranas mucosas (1,4,8,9), iniciándose mecanismos inmunológicos relacionados con la rinitis y el asma alérgicos, a nivel nasal y bronquial.

En relación a esto, también se ha observado que las inundaciones y los cambios en la humedad favorecen la proliferación de moho y causan mayor permeabilidad de la barrera epitelial por su capacidad proteolítica (7). Además, PM_{2.5} y PM₁₀ causan apoptosis de las células epiteliales (32).

Además, los contaminantes tienen la capacidad de unirse a la superficie de los granos de polen o incluso romperlos en partículas más pequeñas, accediendo más fácilmente a las vías respiratorias dañadas y consiguiendo un incremento de su potencial alergénico (7,9, 32, 20).

Aumentos en la temperatura también contribuyen a modificar la alergenicidad y los epítomos de los alérgenos, aumentando así la carga asistencial y los costes sanitarios por enfermedades alérgicas (16,17,19). Concretamente, un aumento del polen de las gramíneas, por encima de los 10 y 12 granos/m³, supone un incremento en las visitas a urgencias y hospitalizaciones (19).

Atendiendo a esto último, un estudio demostró que el aumento de 1 desviación estándar en la exposición al polen de árboles y de gramíneas, aumentó las visitas a urgencias en un 1'77% y en un 1'42% (23).

En conjunto, los artículos muestran consenso en que estos cambios en la barrera epitelial ofrecen mayor facilidad para absorber partículas extrañas y alérgenos, favoreciendo el desarrollo y exacerbación de enfermedades alérgicas (1,4,7,8,9).

Respecto a los efectos del cambio climático sobre los mecanismos inmunitarios tipo 2, el daño en la barrera epitelial tiene como consecuencia la liberación de alarminas epiteliales, como IL-25, IL-33 y TSLP (1,3,4,7,8), que conducen a la degranulación de mastocitos y a la generación por parte de las células Th2 e ILC2 de citocinas de tipo 2, como IL-4, IL-5 e IL-13 (1,3,4,8).

En relación a esto, se ha observado que fenómenos meteorológicos extremos, como tormentas eléctricas, incendios forestales e inundaciones

aumentan la frecuencia de degranulación de mastocitos, ya que favorecen la exposición a fragmentos de polen y humo de incendios (7). También se ha descrito una mayor activación de las células Th2 tras tormentas de polvo y aumento de las temperaturas (7).

Los estudios indican que estos sucesos provocan permeabilidad de la barrera epitelial, así como inflamación cíclica e hiperreactividad, características del asma (1,4,8). Algunos estudios apuntan que la inmunidad de tipo 2 está inducida por estímulos nocivos, como partículas del aire, provocando citocinas tipo 2 que aumentan la susceptibilidad de pacientes asmáticos a infecciones virales (1,4).

Concretamente, varios estudios muestran que la exposición a DEP agrava el asma, debido a que provoca la expresión de IL-25, IL-33 y TSLP (8, 32). Asimismo, se expone que IL-33 lesiona la barrera epitelial bronquial (8).

En cuanto al cambio climático, la literatura revisada lo define como un cambio en las temperaturas y una alteración de los patrones meteorológicos por consecuencia de emisiones de GEI (11,14). Además, la OMS lo califica como un gran riesgo para la integridad de la salud humana (10). Entre sus principales precursores, gran parte del conjunto de publicaciones revisadas, resaltan como más determinante el aumento de GEI. Entre ellos, el CO₂, derivado de la quema de combustibles fósiles y la deforestación, así como el CH₄, el N₂O y los gases fluorados (9, 10,11,12,13).

En referencia a esto, se ha demostrado que el SNS español da lugar al 4'5% de las emisiones de CO₂. Principalmente porque en España más de la mitad de inhaladores usados para el asma son inhaladores pMDI, que contienen HFC y emiten 400.000 toneladas de CO₂ al año (30).

Se compararon los inhaladores pMDI con los de polvo seco (DPI), llegando a la conclusión de que estos últimos contaminaban menos (16). Por esto, se probó a cambiar los pMDI por DPI en un grupo de pacientes, demostrando una reducción de la mitad de la huella de carbono sin perder el adecuado control del asma (31). Es por esto que se propone el uso de DPI en caso de iniciar una nueva clase de inhalador o que se estén utilizando varias clases (29).

Se destaca que, para cambiar de inhalador, siempre deben prevalecer los criterios clínicos y preferencias del paciente por encima de criterios medioambientales (18, 16, 29).

Además, se expone que el propio SNS de Inglaterra contribuye en un 4% a las emisiones de carbono. Estas pueden ser directas (por el uso de combustibles y gases anestésicos) o indirectas (por electricidad) (28).

Para disminuir la huella de carbono, se proponen diversas intervenciones, como: la sustitución de pMDI por DPI, y de desflurano por sevoflurano, ya que el primero es un gas anestésico muy contaminante (28).

Asimismo, los propios servicios de urgencias contribuyen a la emisión de GEI en un 4-5% mundialmente (14). Por ello, se diseñó una herramienta, que mostraba las emisiones de CO₂, en relación a la utilización de ciertos recursos. Se evaluaban emisiones directas (gases anestésicos, transporte de pacientes) e indirectas (consumo eléctrico, comida y papelería). Esta herramienta es la primera que evalúa específicamente la huella de carbono en los servicios de Urgencias.

Diversos artículos sostienen que el aumento de sustancias contaminantes reduce la calidad del aire (9,10,15). Esto junto con las tormentas eléctricas y el aumento de las precipitaciones, del nivel del mar y de temperaturas, propician un incremento de morbilidad pacientes asmáticos y con rinitis alérgica (9,10,15).

En cuanto a la contribución de los cambios en los estilos de vida al cambio climático, existe consenso entre diferentes artículos en que ha incrementado la urbanización recientemente, siendo las ciudades el principal lugar donde se genera la mayoría de contaminación ambiental (4,7,9,12). Buena parte de las publicaciones sostienen que el actual estilo de vida desarrollado en áreas urbanas, contribuye a la emisión de CO₂ (4,5,7,12).

La literatura asocia la urbanización con un aumento de la sensibilización alérgica, existiendo estudios que demuestran el aumento de la prevalencia de rinitis alérgica, asma y menor función pulmonar en niños de áreas muy expuestas a la contaminación ambiental (7).

En diversos artículos se ha descrito un reciente aumento de alergias por una menor exposición infantil a microbios, situación diferente a la que sucedía hace unos años al desarrollarse la vida mayoritariamente en entornos naturales, lo cual apoya la hipótesis de la higiene (1,5,7).

Por otra parte, el tráfico constituye la principal fuente de contaminación. Este, según los trabajos analizados, guarda relación con una disminución de la salud respiratoria (7,12).

Esta asociación se estudió comparando los niveles de contaminación de diferentes ciudades durante la pandemia de COVID-19. Se demostró una reducción de la concentración de NO₂ y de PM_{2.5} en las ciudades con restricciones de movilidad. Se asoció esa disminución de contaminación con una reducción del riesgo para la salud humana y para el asma en un 48% (24).

En otro estudio, se observó un incremento de probabilidades de rinitis del 6-25%, de asma del 7-34% y de despertares nocturnos del 12-33%, en relación con el PM₁₀, PM_{2.5} y NO₂. Además, el ozono se relacionó con un aumento del 37% de probabilidades de crisis asmáticas (25).

En relación con el objetivo principal, el conjunto de artículos acerca de la relación del cambio climático y las alergias respiratorias, coinciden en que el cambio climático afecta a pacientes alérgicos, al dar lugar a una mayor exposición de alérgenos (1,4,8,9,15). La literatura revisada asocia este suceso al aumento de temperatura causado por el cambio climático (13,14,15).

Por una parte, la mayoría de artículos relacionados con este tema, explican que el aumento de la temperatura provoca un incremento de alérgenos ambientales, al contribuir al adelanto de la floración y auge de la intensidad en las temporadas polínicas (7,13,14,15,20). Se demostró que las temperaturas extremas, tanto frías como cálidas, acrecentaban el riesgo de ataques asmáticos, con riesgos relativos de 1'07 y 1'20 respectivamente (27).

Por otra parte, los incendios forestales causantes de humo, actúan como desencadenantes de crisis de asmáticas (7,9,10,14,13,15).

Asimismo, los contaminantes atmosféricos actúan como coadyuvantes de los aeroalérgenos, al alterar la inmunogenicidad de las proteínas alergénicas (13). Además, diferentes publicaciones evidencian que el cambio climático interfiere tanto en la exposición, como en la producción, concentración, estacionalidad y distribución de los alérgenos ambientales (13,15).

Se ha descrito que el cambio climático, concretamente las sequías, pueden aumentar el PM_{2.5} (15), siendo este, junto con el ozono, los más relacionados con las alergias respiratorias y exacerbaciones asmáticas (15,16,17).

Respecto a las exacerbaciones asmáticas, se demostró una asociación entre estas y eventos climáticos extremos, que aumentaban el riesgo relativo en 1'10, 1'25 y 1'10 veces para síntomas asmáticos, visitas a urgencias e ingresos hospitalarios por exacerbaciones, respectivamente (26).

Los artículos que ahondan en este tema muestran que las tormentas eléctricas sucedidas en temporadas de polen causan broncoespasmo agudo (9,13).

Acerca de este tema, se llevó a cabo un estudio sobre el brote de asma en Yulin (China), relacionado con las tormentas eléctricas sucedidas del 9 al 11 de septiembre de 2022. El día 8 subió la concentración de polen hasta 1488 granos/1000mm². El primer día de tormentas, 9 de septiembre, fue cuando hubo un mayor número de urgencias asmáticas, dando un aumento de visitas de 4'8 a 15'8 veces respecto al promedio para los años 2018-2024. Hubo 93 hospitalizaciones por exacerbación, 76'3% de las cuales presentaban asma moderada. Además, el 58% de los pacientes que sufrió una crisis asmática resultaban no haber sido diagnosticados previamente de asma (21).

Asimismo, en Melbourne (Australia), donde hubo un brote masivo de asma relacionado con tormentas eléctricas en 2016, se llevó a cabo un estudio en el que se demostró que pacientes con rinitis alérgica tenían mayor riesgo de padecer asma por tormenta eléctrica (22).

Por último, se destaca que el cambio climático favorece el desarrollo de alergias que repercuten negativamente en la calidad del sueño, en la productividad y en el bienestar mental, disminuyendo la calidad de vida de los pacientes (19,20).

4. DISCUSIÓN

4.1 Discusión de resultados principales

La mayoría de artículos que abordan el impacto del cambio climático sobre la barrera epitelial bronquial y nasal, como el de Ismail Ogulur (4) y el de Yasutaka Mitamura (8), coinciden en que la exposición a contaminantes ambientales produce daño directo sobre las uniones estrechas de la barrera epitelial.

El artículo de Stelios Kazadzis (32) sigue la misma línea de estos autores, y describe el daño y destrucción de células del epitelio bronquial y nasal, debido a la exposición de PM2.5 y PM10. En consecuencia, el artículo de Joana Vitte (1) explica que se facilita la entrada de alérgenos al organismo, así como una mayor exposición a los mismos.

Asimismo, Ismail Ogulur (4) describe la liberación de alarminas, degranulación de mastocitos y generación de citocinas tipo 2, a causa del daño producido en la barrera epitelial. Esto se muestra acorde con diversos artículos (8,32), en los cuales se detalla la expresión de IL-25, IL-33 y TSLP, por la previa exposición a DEP.

Por otra parte, el artículo de Gennaro D'Amato (9) destaca la capacidad de los contaminantes de modificar las características de los alérgenos, facilitando su acceso a las vías respiratorias.

Dicho suceso concuerda con lo expuesto por J. Montoro (16), sobre la modificación de los epítomos de alérgenos debido al aumento de las temperaturas.

Es por ello que, estos datos respaldan la idea de que los contaminantes ambientales contribuyen al daño de la barrera epitelial y aumentan la exposición a alérgenos, activándose así mecanismos inmunitarios tipo 2.

De igual forma, como indica Zahra Kanannejad (7), los eventos climáticos extremos derivados del cambio climático, también propician la exposición a alérgenos.

Esta autora asocia las inundaciones con un incremento de la exposición al moho, así como a un aumento a la degranulación de mastocitos, también relacionado con las tormentas eléctricas e incendios forestales (7).

Por otro lado, también se vinculan las tormentas de polvo y temperaturas altas con una mayor activación de las células Th2 (7).

En definitiva, los estudios analizados evidencian que los fenómenos meteorológicos adversos aumentan la exposición a alérgenos, fomentando la activación de mecanismos implicados en el desarrollo de enfermedades alérgicas.

Estos hallazgos podrían explicar por qué en lugares donde se da mayor contaminación ambiental, como en las zonas urbanas, existe una mayor prevalencia de enfermedades alérgicas, suceso descrito en el artículo de Zahra Kannejad (7).

Los estudios de Kerry A Nice (24) y de Sara Maio (25), coincidían en que el aumento de contaminación en las ciudades provocaba un incremento del riesgo de padecer enfermedades alérgicas.

Dichas observaciones refuerzan la idea de que el actual estilo de vida, basado en la urbanización, coopera en el desarrollo de enfermedades alérgicas. En el artículo de Ying Huang (12), se indica que esto es debido a la exposición a los contaminantes ambientales de las ciudades.

El artículo de Kashif Abbass (11) expone que el cambio climático viene causado por un incremento de emisiones de GEI, entre ellos el CO₂, lo que guarda relación con el artículo de British Thoracic Society (29), el cual señala que el 4% de la huella de carbono es causado por los inhaladores pMDI.

El conjunto de publicaciones analizadas, como el artículo de J. Montoro (16), muestran que los inhaladores de polvo seco DPI contaminan menos.

Esta conclusión es respaldada por Ashley Woodcock (31), la cual, destaca un adecuado control del asma en usuarios de DPI. Por ello, la literatura disponible, incluido el artículo de British Thoracic Society (29), propone su uso.

Por tanto, los inhaladores pMDI usados para el asma, colaboran en la emisión de CO₂, uno de los principales contaminantes ambientales. Estos resultados corroboran que los pMDI cooperan en el desarrollo del cambio climático, que a su vez favorece el desarrollo de alergias respiratorias, creando así un círculo vicioso.

Además, el artículo de National Health Service (28) indica que el SNS inglés contribuye en un 4% a la contaminación, por el uso de pMDI, así como de ciertos medicamentos y gases anestésicos.

Este dato sigue la línea de autores españoles, como Carlos Cabrera (30), que expresa que el SNS español genera el 4'5% de GEI, incluidos los servicios de urgencias, según lo indicado por Lucas Rodríguez-Jiménez (14).

Tanto el artículo de European Climate and Health Observatory (19), como el de Douglas W Roblin (23), respaldan la idea de que un incremento en los niveles de polen aumenta las consultas a urgencias y las hospitalizaciones.

De manera que, estos resultados apuntan a que el incremento de alérgenos ambientales, junto con el aumento de la contaminación por parte de los sistemas de salud, provocan una mayor demanda de sus propios servicios, con los consecuentes costes que esto conlleva.

Por último y en relación con el objetivo principal, varios estudios revisados, muestran una clara asociación entre el cambio climático y las alergias respiratorias (9,15).

Esto se fundamenta principalmente en la modificación y adelantamiento de las temporadas de polen, debido al aumento de las temperaturas expresado en el artículo de Paul J Beggs (13).

Estas conclusiones se alinean con las de Azhu Han (27), que señala el aumento de temperaturas como responsable de un incremento en el riesgo de crisis asmáticas.

Por otra parte, Paul J Beggs (13) y Grace Kelly (15) coinciden en que este adelantamiento de las temporadas de polen incrementa la cantidad del mismo en el aire.

Los resultados encontrados en los estudios de Meimei Liu (21) están en consonancia con los de Jo A Douglass (22) y demuestran que, un incremento del nivel de polen justo antes de una tormenta eléctrica, favorece a que esta rompa los granos, causando ataques de asma en alérgicos diagnosticados y no diagnosticados.

En conjunto, estos hallazgos señalan una evidente relación del cambio climático y las alergias respiratorias. Los resultados podrían indicar que, si no existiesen niveles tan altos de contaminación ni sucediesen estas condiciones meteorológicas tan extremas, la prevalencia de enfermedades alérgicas respiratorias podría ser inferior a la actual.

Además, ciertos estudios, como los de European Climate and Health Observatory (19) y de World Health Organization (20), se muestran de acuerdo en que el cambio climático tiene consecuencias negativas para la calidad de vida, dado el empeoramiento del sueño y de la productividad producidas por las alergias respiratorias.

Por ello, las evidencias encontradas podrían sugerir que una intervención a tiempo por parte de la población, para frenar el cambio climático, sería útil para disminuir el riesgo de desarrollo y exacerbación de enfermedades alérgicas respiratorias, la utilización de recursos sanitarios que estas consumen, así como para mejorar la calidad de vida de las personas que las padecen.

4.2 Limitaciones del estudio

Dado que el tema a tratar en esta revisión es de reciente actualidad, como limitación principal a la hora de desarrollar el trabajo, se han encontrado dificultades para hallar estudios diferentes a revisiones sistemáticas, debido a que aún no se han realizado suficientes ensayos clínicos ni estudios primarios en este campo.

5. CONCLUSIONES

Tras la revisión de diversos artículos y habiendo comparado sus resultados, las conclusiones que se pueden extraer de ellos para dar respuesta a los objetivos de este trabajo son las siguientes:

1. Los contaminantes ambientales, precursores del cambio climático, repercuten negativamente sobre la integridad de la barrera epitelial bronquial y nasal, incrementando el riesgo de padecer enfermedades alérgicas respiratorias.
2. Los eventos climáticos adversos y los agentes contaminantes del aire facilitan la exposición a alérgenos con la consecuente activación de los mecanismos inmunitarios tipo 2, implicados en el desarrollo de las alergias respiratorias.
3. El cambio climático es el conjunto de cambios sobre los patrones climáticos y temperaturas, siendo sus principales precursores los gases de efecto invernadero, derivados de la actividad humana.
4. El actual estilo de vida, basado en la urbanización e industrialización, contribuye a la generación de sustancias nocivas, que favorecen el cambio climático y el desarrollo de enfermedades alérgicas respiratorias.

En definitiva, teniendo en cuenta las conclusiones ya expuestas y dando respuesta al objetivo principal de esta revisión, se puede afirmar que existe una asociación consistente entre el cambio climático y las alergias respiratorias. El actual cambio climático repercute en el desarrollo de la rinitis y el asma y exacerba los síntomas de los pacientes que las padecen, influyendo negativamente en su calidad de vida.

6. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

6.1 Introducción

El cambio climático acontecido recientemente se asienta como uno de los principales retos para la salud pública en el siglo XXI. El aumento abrumador de la temperatura global, las alteraciones en los patrones meteorológicos y el incremento de fenómenos atmosféricos extremos propician modificaciones en la exposición a factores ambientales con impacto directo sobre la salud respiratoria.

En el contexto de la enfermedad alérgica respiratoria, estos cambios influyen de manera significativa en la producción, distribución y estacionalidad de los aeroalérgenos, especialmente los pólenes, así como en la concentración y composición de los contaminantes atmosféricos.

Es por ello que existe una creciente necesidad de estudios que analicen esta relación en contextos locales, permitiendo una mejor comprensión de los patrones epidemiológicos y facilitando la implementación de estrategias preventivas adaptadas a cada entorno.

En este sentido, se propone el presente proyecto de investigación como una extensión aplicada de la revisión teórica realizada.

6.2 Hipótesis

La exposición a condiciones climáticas adversas, niveles elevados de contaminación atmosférica y altas concentraciones de polen se asocia con un peor control clínico y un aumento de las exacerbaciones en pacientes con enfermedad alérgica respiratoria.

6.3 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es evaluar la relación entre variables climáticas y ambientales y la gravedad de la enfermedad alérgica respiratoria en pacientes con rinitis alérgica y/o asma.

En cuanto a los objetivos específicos, se encuentran los siguientes:

- Analizar la asociación entre los niveles de polen y la intensidad de los síntomas alérgicos respiratorios.
- Estudiar la relación entre los niveles de contaminantes atmosféricos (PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, O₃) y la frecuencia de exacerbaciones asmáticas.
- Evaluar el impacto de variables meteorológicas (temperatura, humedad, precipitaciones y tormentas) sobre el control de la enfermedad.

- Identificar periodos temporales de mayor riesgo de descompensación clínica.

6.4 Material y métodos

Consiste en un estudio observacional retrospectivo y analítico, para el cual se seleccionarán pacientes diagnosticados de rinitis alérgica, asma alérgica o ambas, atendidos durante un periodo comprendido entre 2 y 5 años.

Para ello, se realizará una revisión de las historias clínicas de los pacientes incluidos, para la recogida de variables clínicas. Además, paralelamente se obtendrán los datos ambientales correspondientes al mismo periodo temporal a partir de fuentes oficiales.

6.5 Relevancia científica

La relevancia de este estudio se basa principalmente en la capacidad de profundizar en la comprensión del impacto del cambio climático sobre la enfermedad alérgica respiratoria, aportando evidencia aplicable a la práctica clínica y a la planificación de estrategias preventivas. Asimismo, contribuiría a reforzar la importancia de las políticas medioambientales en la salud respiratoria.

7. TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS

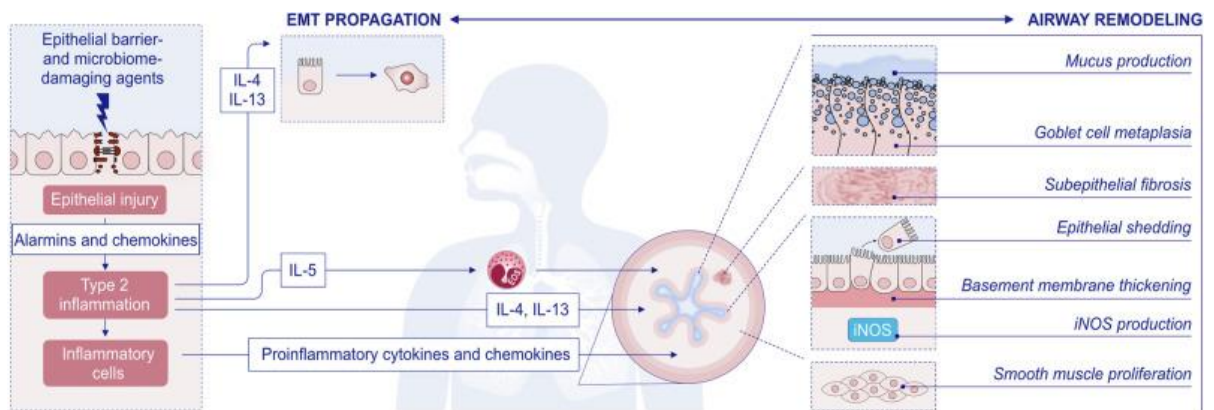


Figura 1. Remodelación de la vía aérea en asma (4).

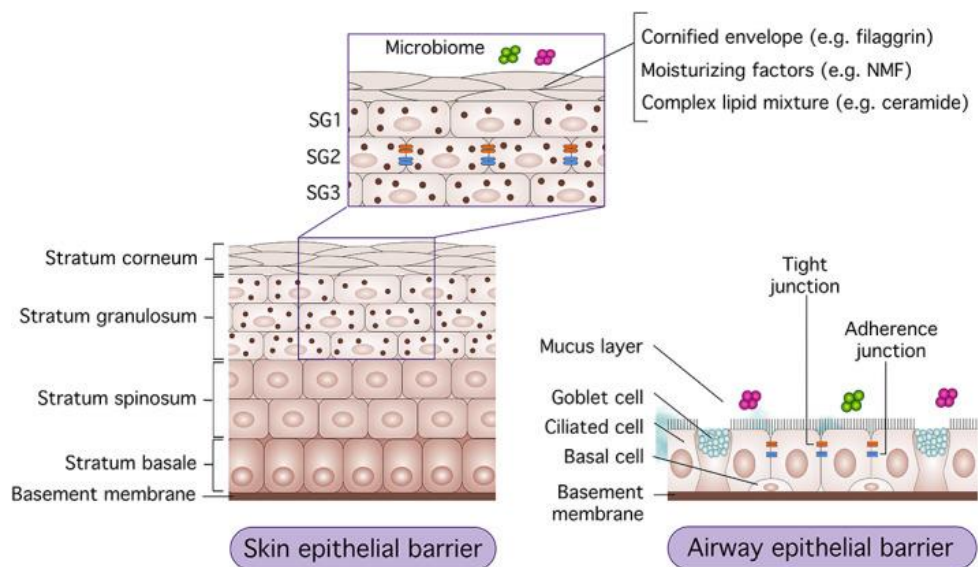


Figura 2. Estructura de la barrera cutánea y mucosa (8).

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Vitte J, Vibhushan S, Bratti M, Montero-Hernandez JE, Blank U. Allergy, anaphylaxis, and nonallergic hypersensitivity: IgE, mast cells, and beyond. *Med Princ Pract* [Internet]. 2022;31(6):501–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1159/000527481>
2. Rosenfield L, Keith PK, Quirt J, Small P, Ellis AK. Allergic rhinitis. *Allergy Asthma Clin Immunol* [Internet]. 2024;20(Suppl 3):74. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13223-024-00923-6>
3. Hammad H, Ahmed E, Lambrecht BN. Immunotherapy for asthma. *Cell Mol Immunol* [Internet]. 2025;22(12):1521–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41423-025-01357-9>
4. Ogulur I, Mitamura Y, Yazici D, Pat Y, Ardicli S, Li M, et al. Type 2 immunity in allergic diseases. *Cell Mol Immunol* [Internet]. 2025;22(3):211–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41423-025-01261-2>
5. Zhang G, Le Souëf P. The influence of modern living conditions on the human microbiome and potential therapeutic opportunities for allergy prevention. *World Allergy Organ J* [Internet]. 2024;17(1):100857. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.waojou.2023.100857>
6. Krzych-Fałta E, Wojas O, Furmańczyk K, Dziewa-Dawidczyk D, Piekarska B, Samoliński B, et al. Evaluation of selected aspects of the hygiene hypothesis and their effect on the incidence of allergy. *Int J Occup Med Environ Health* [Internet]. 2023;36(1):69–83. Available from: <http://dx.doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01880>
7. Kanannejad Z, Taylor WR, Mohkam M, Ghatee MA. Urban lifestyle and climate-driven environmental exposures: Immunological consequences for pediatric respiratory allergies. *Immun Inflamm Dis* [Internet]. 2025;13(8):e70248. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/iid3.70248>
8. Mitamura Y, Ogulur I, Pat Y, Rinaldi AO, Ardicli O, Cevhertas L, et al. Dysregulation of the epithelial barrier by environmental and other exogenous factors. *Contact Dermatitis* [Internet]. 2021;85(6):615–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/cod.13959>
9. D’Amato G, Chong-Neto HJ, Monge Ortega OP, Vitale C, Ansotegui I, Rosario N, et al. The effects of climate change on respiratory allergy and asthma induced by pollen and mold allergens. *Allergy* [Internet]. 2020;75(9):2219–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/all.14476>
10. Parums DV. A review of the increasing global impact of climate change on human health and approaches to medical preparedness. *Med Sci Monit*

[Internet]. 2024;30:e945763. Available from:
<http://dx.doi.org/10.12659/MSM.945763>

11. Abbass K, Qasim MZ, Song H, Murshed M, Mahmood H, Younis I. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environ Sci Pollut Res Int* [Internet]. 2022;29(28):42539–59. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>
12. Huang Y, Zhang Y, Deng F, Zhao D, Wu R. Impacts of built-environment on carbon dioxide emissions from traffic: A systematic literature review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022;19(24):16898. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph192416898>
13. Beggs PJ, Clot B, Sofiev M, Johnston FH. Climate change, airborne allergens, and three translational mitigation approaches. *EBioMedicine* [Internet]. 2023;93(104478):104478. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104478>
14. Rodríguez-Jiménez L, Romero-Martín M, Gómez-Salgado J. Environmental impact of Emergency Services in Public Health: an assessment tool. *Rev Esp Salud Publica*. 2023;97:e202306044.
15. Kelly G, Idubor OI, Binney S, Schramm PJ, Mirabelli MC, Hsu J. The impact of climate change on asthma and allergic-immunologic disease. *Curr Allergy Asthma Rep* [Internet]. 2023;23(8):453–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11882-023-01093-y>
16. Montoro J, Antolín-Amérigo D, Artés M, Izquierdo-Domínguez A, Zapata JJ, Mur P, et al. Impact of climate change-related environmental factors on allergen production and the epidemiology and severity of allergic diseases. *J Investig Allergol Clin Immunol* [Internet]. 2024;34(6):358–66. Available from: https://www.jiaci.org/revistas/vol34issue6_1.pdf
17. Montoro J, Antolín-Amérigo D, Izquierdo-Domínguez A, Zapata JJ, García-Gallardo MV, González R, et al. Climate change-associated environmental factors and pollutants: Impact on allergic diseases, epidemiology, severity, and health care burden. *J Investig Allergol Clin Immunol* [Internet]. 2025;35(4):240–50. Available from: https://www.jiaci.org/revistas/vol35issue4_1.pdf
18. Montoro J, Antolín-Amérigo D, Izquierdo-Domínguez A, Zapata JJ, González G, Valero A. Impact of asthma inhalers on global climate: A systematic review of their carbon footprint and clinical outcomes in Spain. *J Investig Allergol Clin Immunol* [Internet]. 2023;33(4):250–62. Available from: https://www.jiaci.org/revistas/vol33issue4_2.pdf

19. Europa.eu. [cited 2026 May 10]. Available from: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/topics/health-impacts/pollen/pollen>
20. Who.int. [cited 2026 May 10]. Available from: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/41998b8d-f311-41b4-8ef7-1c9eb4301595/content>
21. Liu M, Ye W, Liu X, Gao N, Hao W. The September 2022 thunderstorm asthma outbreak in Yulin, Northwest China: A 7-year retrospective analysis (2018-2024). *J Int Med Res* [Internet]. 2026;54(2):3000605261424048. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/03000605261424048>
22. Douglass JA, Lodge C, Chan S, Doherty A, Tan JA, Jin C, et al. Thunderstorm asthma in seasonal allergic rhinitis: The TAISAR study. *J Allergy Clin Immunol* [Internet]. 2022;149(5):1607–16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2021.10.028>
23. Roblin DW, Jones JW, Fuller CH. Pollen exposure and associated healthcare utilization: A population-based study using health maintenance organization data in the Washington, DC, area. *Ann Am Thorac Soc* [Internet]. 2021;18(10):1642–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1513/AnnalsATS.202008-976OC>
24. Nice KA, Thompson J, Zhao H, Seneviratne S, Zapata-Diomedes B, Garcia L, et al. Effects of city design on transport mode choice and exposure to health risks during and after a crisis: a retrospective observational analysis. *Lancet Planet Health* [Internet]. 2025;9(6):e467–79. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196\(25\)00088-9](http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196(25)00088-9)
25. Maio S, Fasola S, Marcon A, Angino A, Baldacci S, Bilò MB, et al. Relationship of long-term air pollution exposure with asthma and rhinitis in Italy: an innovative multipollutant approach. *Environ Res* [Internet]. 2023;224(115455):115455. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2023.115455>
26. Makrufardi F, Manullang A, Rusmawatingtyas D, Chung KF, Lin S-C, Chuang H-C. Extreme weather and asthma: a systematic review and meta-analysis. *Eur Respir Rev* [Internet]. 2023;32(168):230019. Available from: <http://dx.doi.org/10.1183/16000617.0019-2023>
27. Han A, Deng S, Yu J, Zhang Y, Jalaludin B, Huang C. Asthma triggered by extreme temperatures: From epidemiological evidence to biological plausibility. *Environ Res* [Internet]. 2023;216(Pt 2):114489. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2022.114489>
28. Nhs.uk. [cited 2026 May 10]. Available from: <https://www.england.nhs.uk/greenernhs/wp->

content/uploads/sites/51/2020/10/delivering-a-net-zero-national-health-service.pdf

29. Rcem.ac.uk. [cited 2026 May 10]. Available from: <https://rcem.ac.uk/wp-content/uploads/2023/06/Environment-and-Lung-Health-Position-Statement-2020.pdf>
30. Cabrera López C, Urrutia Landa I, Jiménez-Ruiz CA. Año SEPAR por la calidad del aire. Papel de la SEPAR en favor del control del cambio climático. Arch Bronconeumol [Internet]. 2021;57(5):313–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arbres.2021.03.003>
31. Woodcock A, Janson C, Rees J, Frith L, Löfdahl M, Moore A, et al. Effects of switching from a metered dose inhaler to a dry powder inhaler on climate emissions and asthma control: post-hoc analysis. Thorax [Internet]. 2022;77(12):1187–92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/thoraxjnl-2021-218088>
32. Kazadzis S, Fountoulakis I, Damialis A, Masoom A, Papachristopoulou K, Gilles S, et al. Aerosol measurements and decadal changes: The role of climatic changes and how it reflects in respiratory allergies and asthma. Allergy [Internet]. 2025;80(6):1613–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/all.16602>

