

El Transporte de Contaminantes Atmosféricos a Larga Distancia Aumenta la Concentración de Componentes Peligrosos de $\text{Pm}_{2,5}$ en el Norte de Suramérica

María P. Velásquez-García, K. Santiago Hernández, James A. Vergara-Correa,
Richard J. Pope, Miryam Gómez-Marín, y **Angela M. Rendón**





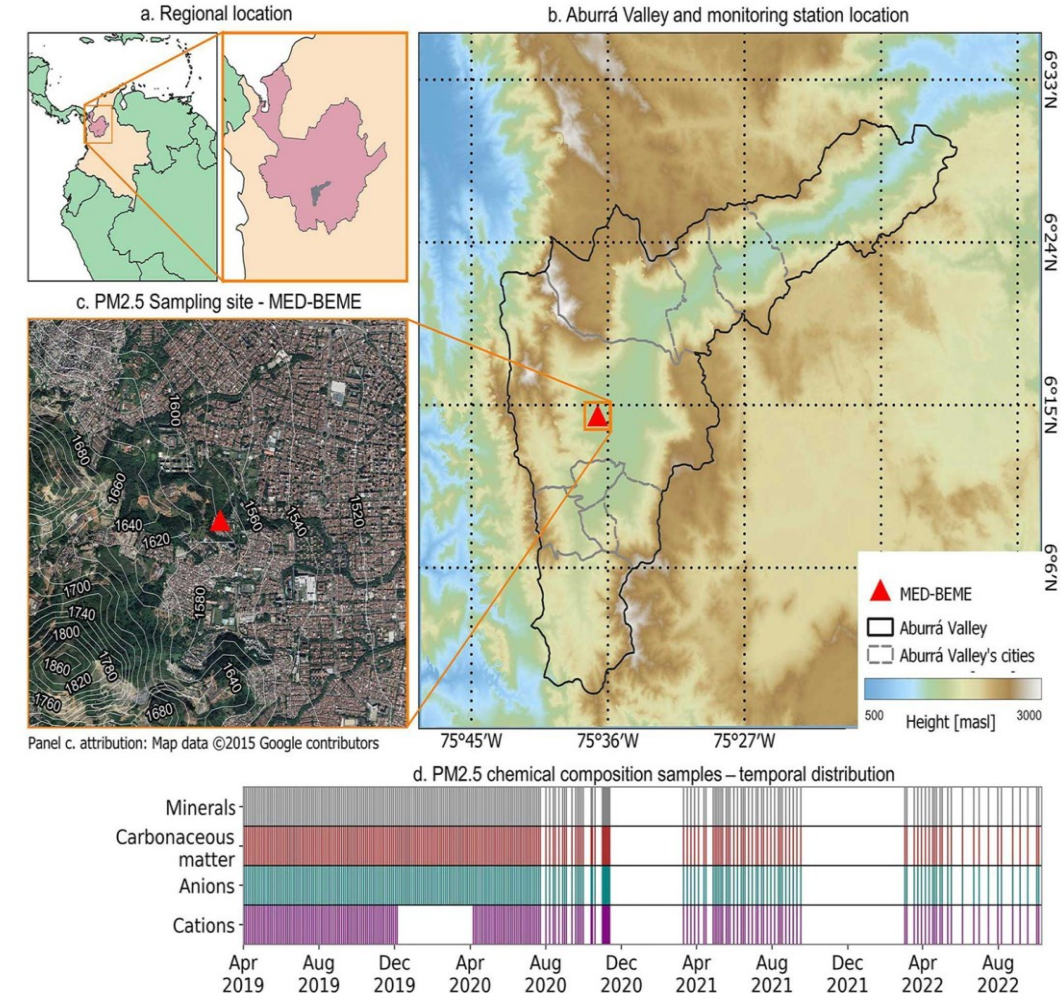
Introducción

- **El transporte a larga distancia de contaminantes atmosféricos -LRT-**, puede aumentar sustancialmente los niveles de contaminación atmosférica, exacerbando la ocurrencia e intensidad de episodios de mala calidad del aire.
- En el Valle de Aburrá (VA) y otras ciudades de Colombia y el norte de Suramérica, la quema de biomasa, el polvo y la desgasificación volcánica han sido identificadas como fuentes de transporte de aerosoles a larga distancia.
- La caracterización de estas fuentes y su impacto en la calidad del aire en la región aún no han sido estudiados a fondo.
- **Este estudio identifica, rastrea y caracteriza meteorológicamente eventos LRT de diferentes fuentes, y evalúa su influencia en la concentración y composición química del $PM_{2,5}$, evidenciando efectos significativos sobre la calidad del aire en el VA.**

Métodos

El impacto de eventos LRT de quema de biomasa (BB), polvo (Dust) y aerosoles volcánicos (Volcanic) sobre la concentración y composición química del $\text{PM}_{2.5}$ se estudia usando información in-situ y satelital para el **periodo abril 2019 - octubre 2022**.

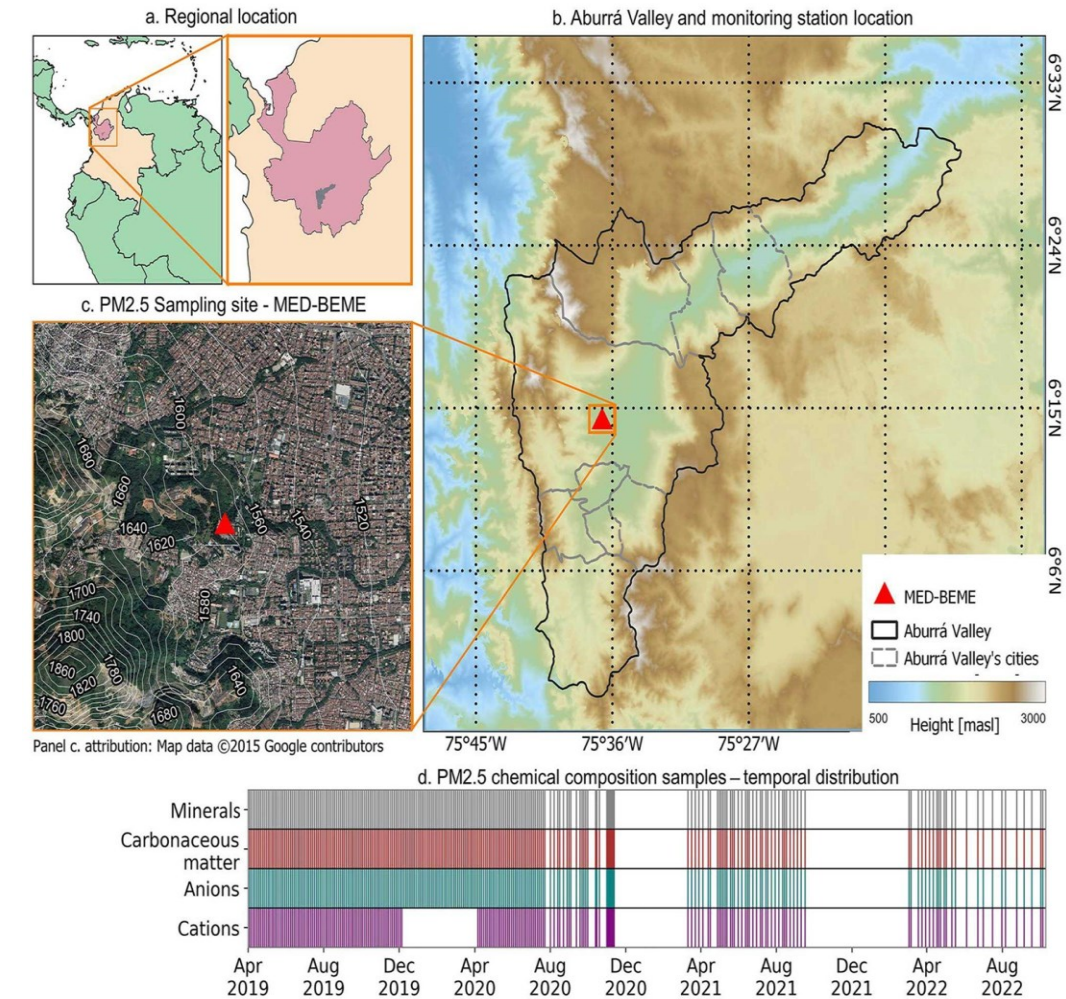
- **La caracterización química:** se realiza con datos de concentración y composición química de 247 muestras diarias de $\text{PM}_{2.5}$ de una estación en el VA.
- **La identificación de eventos LRT:** se usa información del Reanálisis CAMS de composición atmosférica 4 (EAC4): AOD de polvo (Du-AOD) y AOD de materia orgánica (OM-AOD), y dióxido de azufre total en columna (TCSO₂).
- **Cambios en la concentración del $\text{PM}_{2.5}$:** se clasifican los días previos (15 - 4), día pico y días posteriores al evento (4 - 15). Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney con una confianza del 90% y 95%.



Valle de Aburrá. Cuenca andina con asentamiento urbano de 10 municipios y con reportados episodios de mala calidad del aire.

Métodos

- **La estimación de la contribución de fuentes al $PM_{2.5}$** : se usa el método de factorización de matriz positiva (PMF) que expresa la composición como una suma de las contribuciones de varios perfiles de fuentes.
- **Los patrones de transporte:** se identifican usando información meteorológica del Reanálisis ERA5. Se calcularon retrotrayectorias para estimar las fuentes en los días de evento.

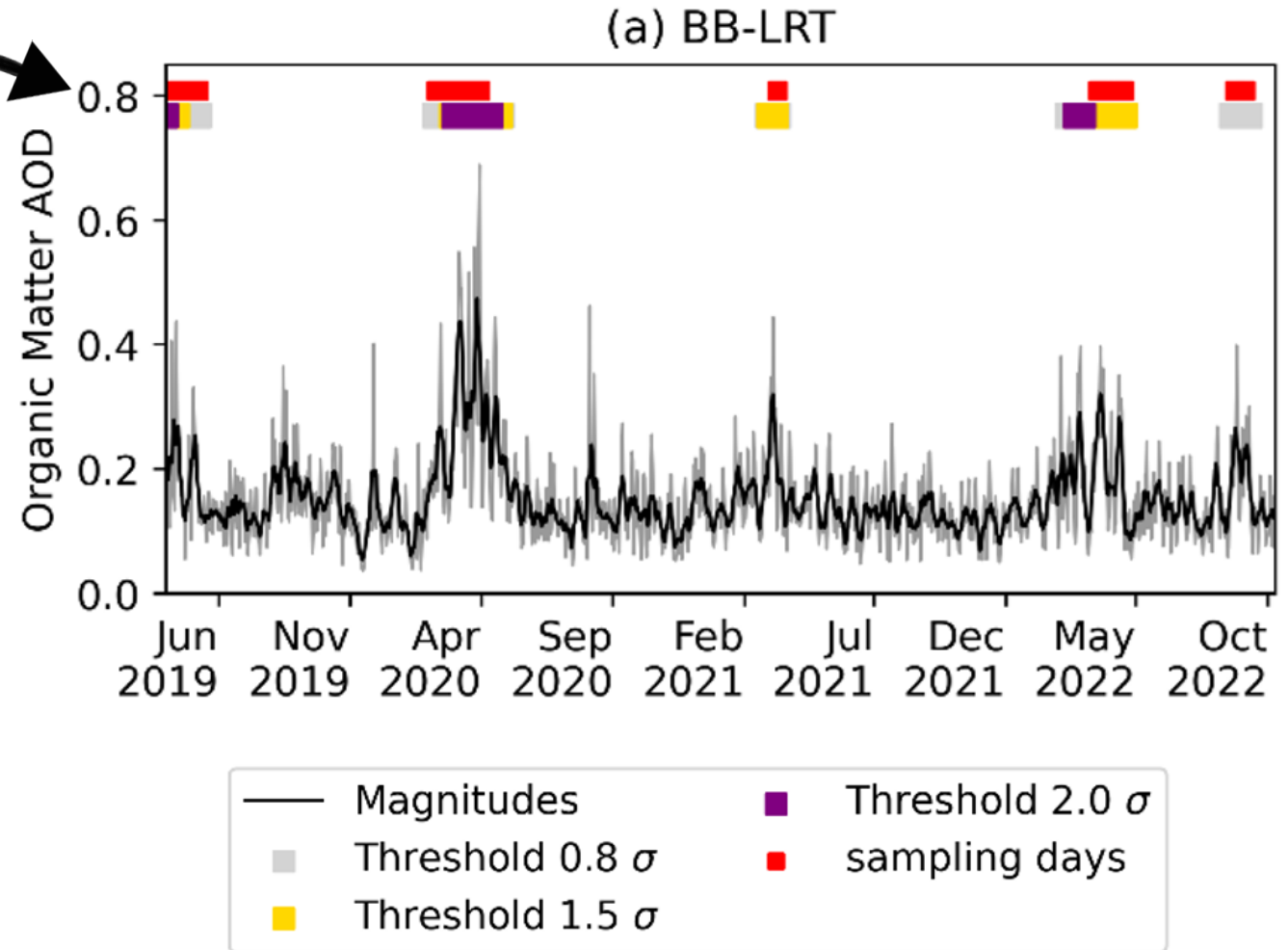


Valle de Aburrá. Cuenca andina con asentamiento urbano de 10 municipios y con reportados episodios de mala calidad del aire.

Resultados

Analizamos eventos con magnitudes continuas mayores a 0.8, 1.5 y 2.0 la desviación estándar de OM-AOD, Dust-AOD y TCSO₂.

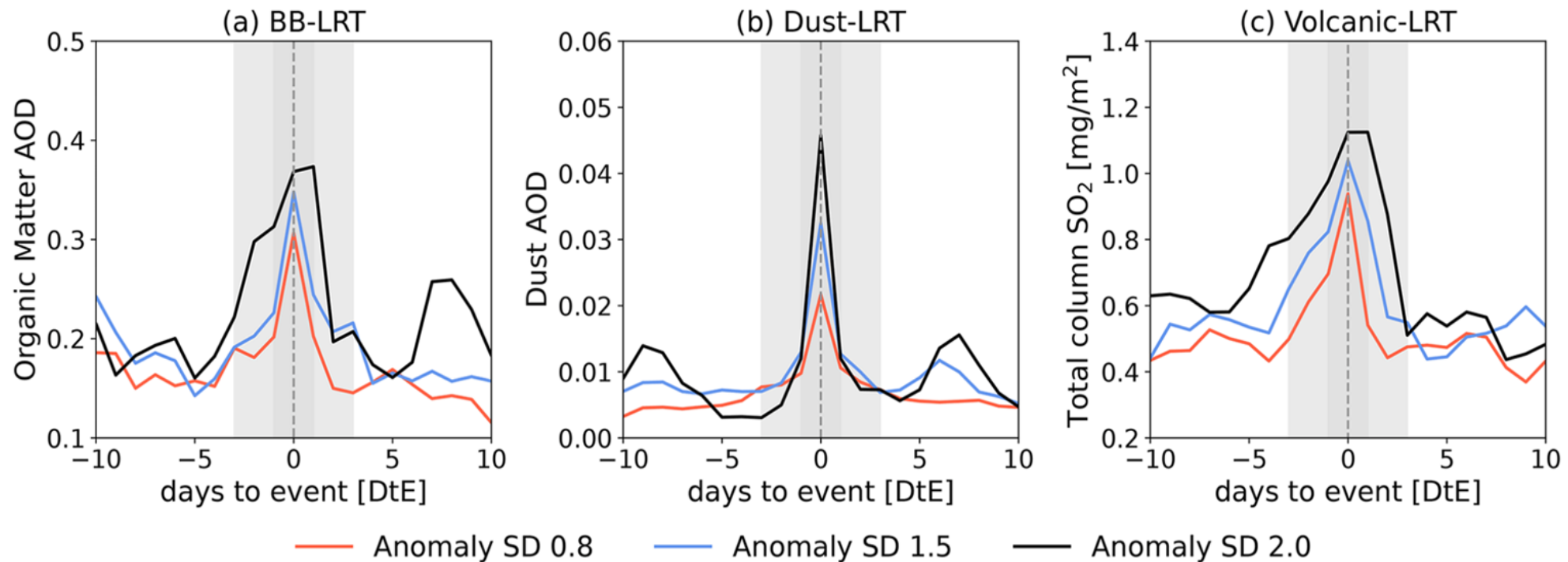
- **Los eventos más intensos alcanzaron magnitudes de**
 - 0,66 para OM-AOD,
 - 0,11 para Du-AOD
 - 1,96 mg m⁻² para TCSO₂.
- Los días analizados superaron las magnitudes medias de los eventos objetivo en más de 2 veces para OM-AOD y TCSO₂, y en más de 5 veces para Du-AOD.



Ejemplo del proceso de identificación de eventos, caso LRT-BB analizado a partir de los datos de **OM-AOD**

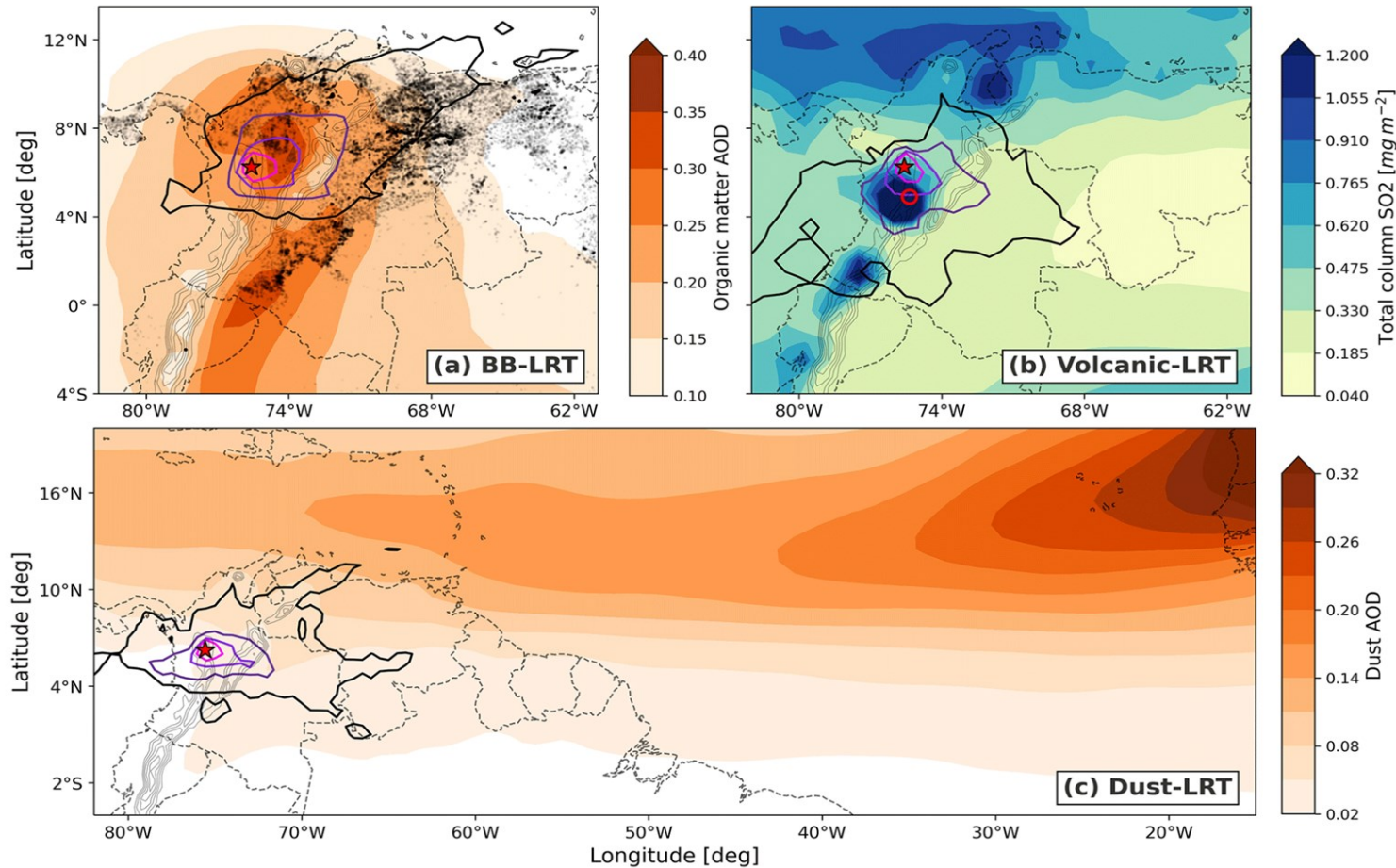
Resultados

- Los eventos exhiben un pico claro para la mayoría de los umbrales considerados.
- Se seleccionaron los eventos con magnitudes **mayores a 0.8σ para BB-LRT y 1.5σ para Dust-LRT y Volcanic-LRT**



Magnitudes promedio de (a) OM-AOD, (b) Du-AOD y (c) concentración de TCSO₂ alrededor del evento para 0.8σ , 1.5σ y 2.0σ . La región sombreada delimita el evento. Du-AOD se representa en una escala 10 veces más pequeña que la escala utilizada para OM-AOD.

Resultados



- Valores de OM-AOD superiores a 0,2 ocurren en gran parte de Colombia durante eventos LRT de BB, consistente con una gran cantidad de incendios en la región (panel a).
- Durante los eventos volcanic-LRT, alrededor del 10% de las masas de aire que llegan al VA provienen del sureste; región del Nevado del Ruiz (panel b).
- Existe una clara propagación de polvo desde el desierto del Sahara hacia el Caribe y el norte de Suramérica (Panel c).

Distribución espacial media de (a) OM-AOD, (b) TCSO₂ y (c) Du-AOD, y retrotraectorias hacia el VA. Los contornos encierran regiones desde las cuales el 20%, el 10%, el 5% y el 1% de las masas de aire llegan al VA. Los puntos grises en el panel (a) indican puntos críticos asociados con incendios (nivel de confianza del 70%) - MODIS. La estrella roja marca la ubicación de la VA y el círculo rojo en el panel (b) marca la ubicación del Nevado del Ruiz.

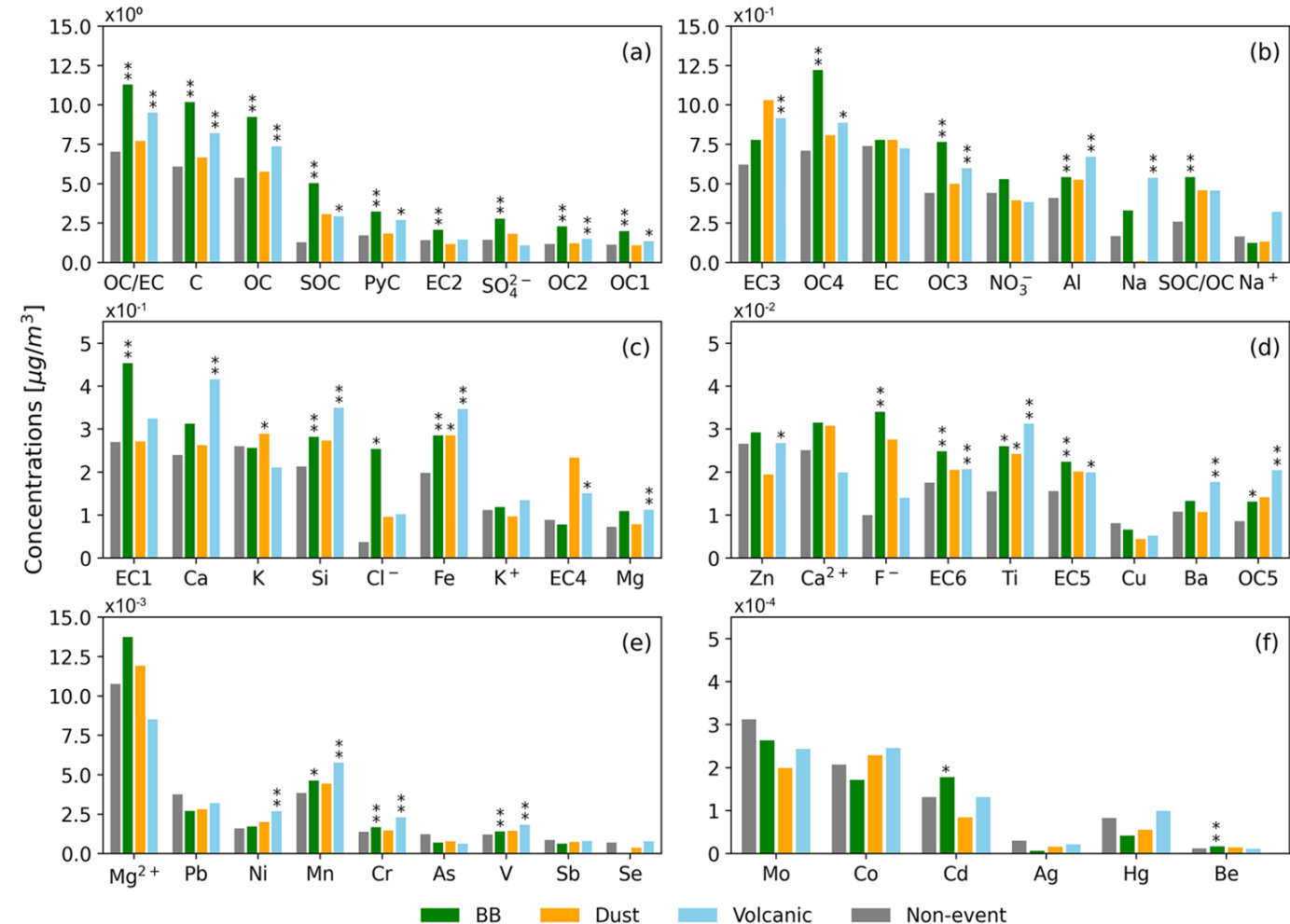
Resultados

Según los resultados del PMF y las mediciones de SIATA, los eventos LRT de quema de biomasa (BB-LRT) contribuyen en promedio con aproximadamente 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2.5}$.

Aunque los incrementos de $\text{PM}_{2.5}$ debido al polvo (Dust-LSR) y a la actividad volcánica (Volcanic-LRT) no fueron consistentemente significativos, el aumento en componentes identitarios sí lo fue para los tres LRT analizados.

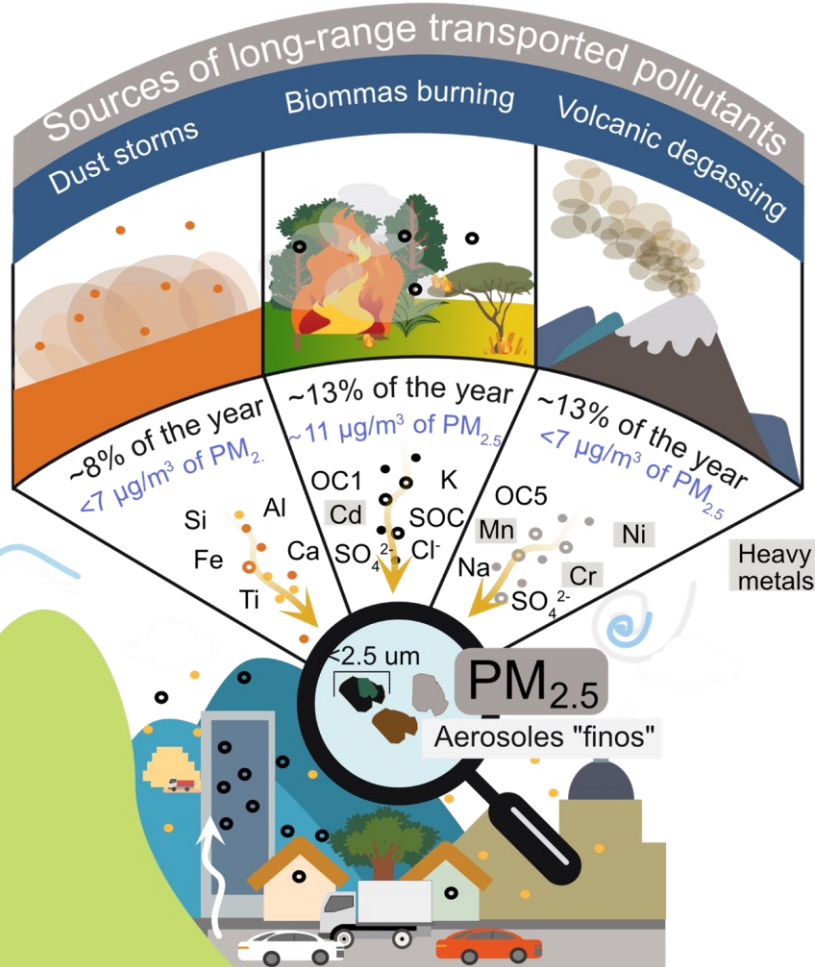
Los resultados muestran que los elementos principales exhiben mayores aumentos durante eventos LRT.

Los análisis presentados combinados con el análisis meteorológico muestran que eventos LRT exhiben un ciclo anual y evidencian que aunque no es lineal, **existe un efecto significativo en las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ en VA.**



Concentraciones promedio de campaña con respecto a BB-LRT, Dust-LRT y Volcanic-LRT para los días de evento y no-evento. Las barras representan las concentraciones de los compuestos, con niveles de significancia en comparación con los días anteriores y posteriores a los eventos indicados como $\leq 0,1$ (*) o $\leq 0,05$ (**). El eje y varía para cada figura para resaltar mejor las concentraciones.

Implicaciones para la toma de decisiones y políticas públicas



Diferentes fuentes de aerosoles tienen impacto en la concentración y composición química de $PM_{2.5}$ en el VA.

- El LRT de BB, polvo y desgasificación volcánica influyen en aproximadamente el 13%, 8% y 13% de los días del año, respectivamente.
- El Orinoco y el Valle Medio del Magdalena aparecen como fuentes importantes de aerosoles de BB, el Nevado del Ruiz como fuente de aerosoles volcánicos y el polvo africano como fuente de polvo en la región andina.
- Los resultados resaltan la pertinencia de involucrar fuentes de contaminación exógenas en estudios regionales y locales adicionalmente a las fuentes locales.
- Se resalta la necesidad de estudios de modelación del transporte de sustancias químicas y de nuevas estrategias de análisis y gestión de las fuentes de contaminación endógenas y exógenas que degradan la calidad del aire y tienen implicaciones sobre la salud pública en el VA y el norte de Suramérica.

Agradecimientos

- **Programa de Gestión del Conocimiento en contaminación atmosférica y sus efectos en la Salud financiado por el SGR.** Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y la Universidad de Antioquia.
- **Implementación de un sistema de investigación y pronóstico meteorológico de corto plazo con el modelo WRF, para apoyo a sistemas de comando y control de la Fuerza Aérea Colombiana.** Universidad de Antioquia

**Gracias por tu
atención**

Ángela M. Rendón
angela.rendon@udea.edu.co

Te invitamos a visitar
nuestro artículo para
conocer más sobre esta
investigación



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID





Medellín, Colombia

CASAP X

CONGRESO COLOMBIANO Y
CONFERENCIA INTERNACIONAL

DE CALIDAD DE AIRE, CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD PÚBLICA



Más información



<https://casap.science/>



casap@casap.science