

Fracción carbonosa en PM2.5 de seis ciudades de América Latina y el Caribe: variaciones estacionales, fuentes y contribución del carbono orgánico secundario

Laura Dawidowski, Julián Gelman Constantin, Jorge Herrera Murillo, Miryam Gómez-Marín, Thiago Nogueira, Salvador Blanco Jiménez, Valeria Díaz-Suárez, Facundo Baraldo Victorica, Pablo Lichtig, Melisa Díaz Resquin, Minor Vargas-Rojas, Julio Murillo-Hernández, James Alberto Vergara Correa, Maria de Fatima Andrade, Djacinto Monteiro dos Santos, Javier Flores Maldonado, Francisca Aldape, Luis Felipe Abreu, y Manousos Ioannis Manousakas





INTRODUCCIÓN

Según estimaciones de la OMS, el 90% de la población vive en regiones donde las concentraciones de contaminantes atmosféricos superan los niveles recomendados.

En América Latina y el Caribe (ALC), alrededor del 80% de la población vive en ciudades, conllevando a un aumento de la exposición a la contaminación atmosférica (OMS, 2016).

Entre los contaminantes atmosféricos, se ha prestado especial atención al contenido de materia carbonácea en ($PM_{2,5}$), dada su capacidad de producir enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Pope y Dockery 2006, Van Winkle et al., 2015, Huang et al., 2017), (Wolf, et al., 2022). Además, se pueden generar efectos climáticos e hidrológicos variados (Roberts et al., 2008, Banerjee et al., 2018); IPCC 2021).

Entre los principales componentes del $PM_{2,5}$ se encuentran oligoelementos y la fracción carbonosa (carbono orgánico (OC) y carbono elemental (EC)), contribuyentes a la masa total (~20-80%) asociados a efectos en la de salud emitidos durante la combustión de combustibles fósiles o biomasa.

OBJETIVO

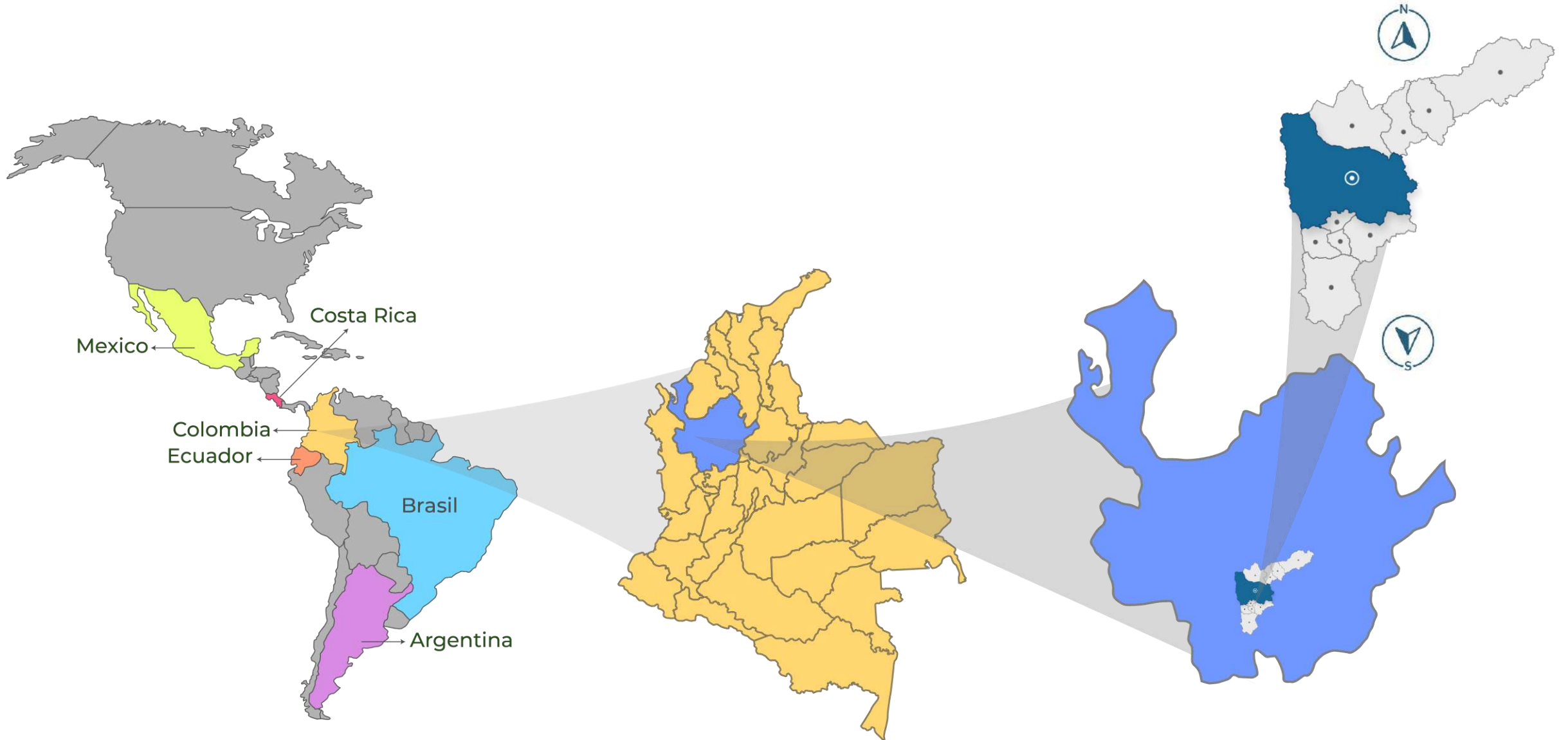
Analizar las variaciones temporales y las posibles fuentes de las fracciones carbonosas muestreadas simultáneamente en seis ciudades de ALC: Buenos Aires (BUE), São Paulo (SP), Medellín (MED), Ciudad de México (MEX), San José de Costa Rica (SJ) y Quito (QUI)



MÉTODOS

Sitios y periodos de muestreo

País	Municipio, Estado o Provincia	Coordenadas (Lat.;Long.)	Características	Período de muestreo
Argentina	San Martín, Buenos Aires	-34,573; -58,513	Zona residencial, alto tráfico	Abril 2019 - Marzo 2020
Brasil	São Paulo, São Paulo	-23,559; -45,734	Zona comercial	Abril 2019 - Diciembre 2019
Colombia	Medellín, Antioquia	6,244; -75,611	Transición entre zona comercial y residencial	Abril 2019 - Marzo 2020
Costa Rica	San José, San José	9,932; -84,086	Transición entre zona comercial y residencial	Mayo 2019 - Abril 2020
Ecuador	Distrito Metropolitano de Quito, Pichincha	-0,222; -78,514	Zona comercial	Abril 2019 - Marzo 2020
México	Ciudad de México	19,484; -99,147	Transición entre zona industrial y residencial	Abril 2019 - Marzo 2020



Área de estudio - Proyecto ARCAL RLA7023

Lat: 6.243 - Lon: -75.612

**Medición de la
contaminación urbana,
residencial y del
pequeño comercio**

**Sólo cerca de la estación
(620 m), hay una
industria de moldes de
ladrillo con influencia
directa en los resultado**



El muestreo se realizó en una estación poblacional, que forma parte de la red Calidad del aire

68 muestras
ICP-MS – Metales
Cromatografía iónica – Iones
GC-MS – HAP's
NIOSH 5040 - OC y EC
Cuarzo 8x10 pulgadas

XRF - Elemental (70 muestras)
PTFE 47mm DRX - Fases
cristalinas (24 muestras)
Cuarzo 47 mm

68 muestras
Cromatografía iónica
– Ión amonio
Gravimetría - Material
soluble
**Cuarzo 8x10
pulgadas**

Espectrometría de masas
12C/13C (35 muestras)
Cuarzo 47 mm
SEM-EDS - Morfología (24
muestras) AAN - Elemental
(30)
PTFE 47 mm

Análisis gravimétrico PM_{2.5}

Laboratorio acreditado en ISO NTC/IEC 17025 por el IDEAM



Método gravimétrico según EPA CFR 40 Apéndice L, Parte 50 - Método de referencia para la determinación de partículas finas como PM_{2.5} en la atmósfera. Resolución de la microbalanza 0,001 mg. Control de temperatura (20-23 °C y humedad relativa (30-40 %RH).

METODOLOGÍA ANÁLISIS TÉRMICO ÓPTICO CARBONO EVOLUCIONADO.

ANÁLISIS MATERIA CARBONÁCEA

**Método
Termo-óptico
TOT
(NIOSH-5040)**

Actividad del programa	Gas de arrastre	Tiempo de Rampa (s)	Temperatura de la Rampa (°C)
Purga del horno	Helio	10	Ambiente
Primera Rampa	Helio	60	315
Segunda Rampa	Helio	60	475
Tercera Rampa	Helio	60	615
Cuarta Rampa	Helio	90	870
Enfriamiento para EC	Helio	30	0
Temperatura de estabilización	Helio	45	550
Primera Rampa	Helio/Oxígeno	45	625
Segunda Rampa	Helio/Oxígeno	45	700
Tercera Rampa	Helio/Oxígeno	45	775
Cuarta Rampa	Helio/Oxígeno	45	850
Quinta Rampa	Helio/Oxígeno	120	910
Estándar Interno de calibración	Helio/Oxígeno	120	0



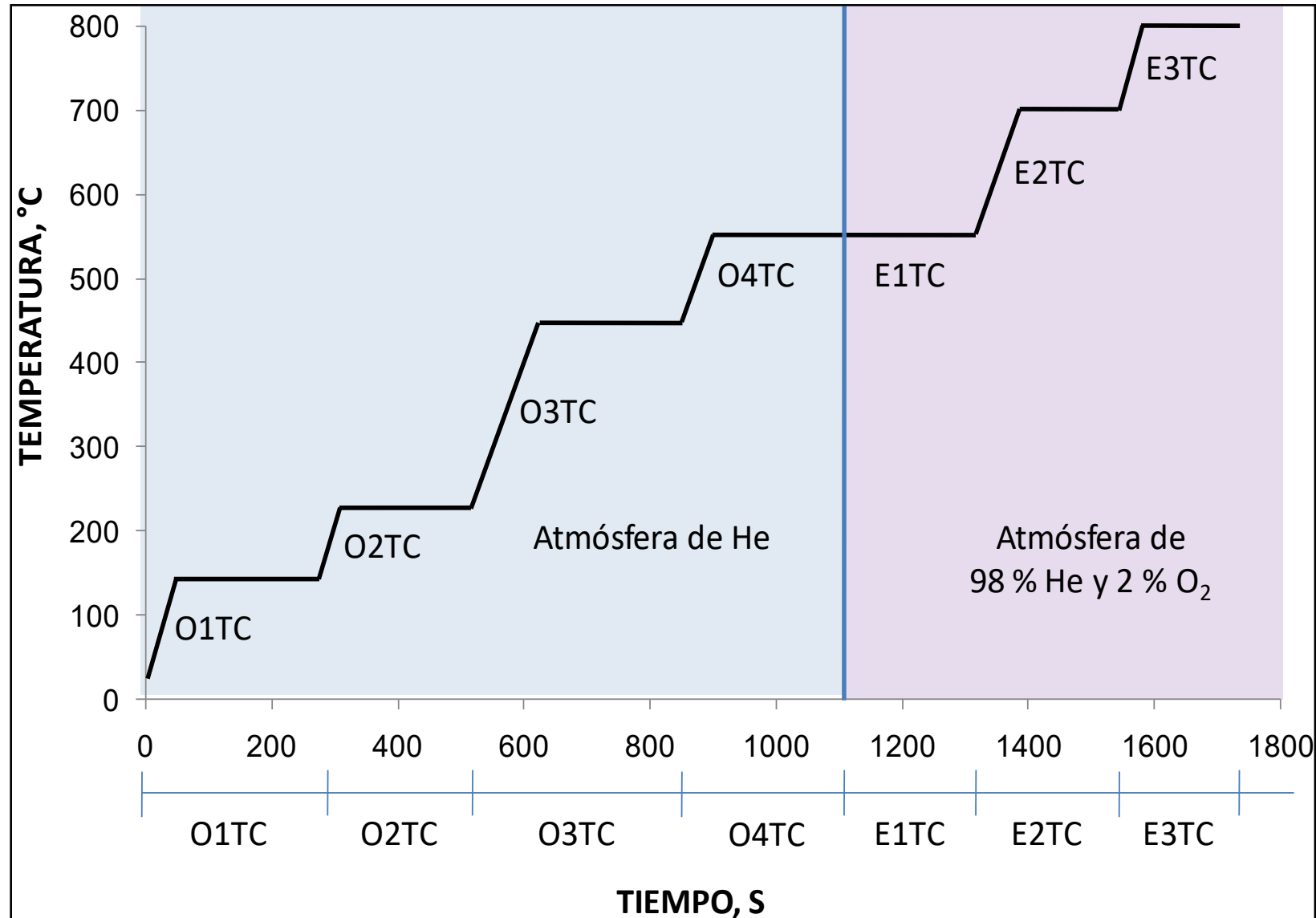
Fuente: EDECA-UNA. Costa Rica

Sistemas de medición TOA -TCM

**El principio de medida
consiste en la
diferenciación del EC
del OC y análisis de
fracciones**

**El equipo se basa
en el calentamiento
en un ambiente de
Helio en varias
etapas para
descomponer los
carbonatos
inorgánicos y
oxidar los
compuestos
orgánicos a CO₂.**

**Posteriormente el
CO₂ generado se
convierte a
metano mediante
un metanizador,
Detector de
Ionización de Llama**



DETERMINACIÓN DE LA MATERIA CARBONACEA

FRACCIONES

Estimación de la fracción de carbono orgánico correspondiente a los aerosoles secundarios (carbono orgánico secundario, SOC) método trazador de carbono elemental (Huntzicker *et al.*, 1986):

$$[OC]_{prim} = [OC]_{backg} + (OC/EC)_{prim}[EC]$$

($[OC]_{backg}$, Biogénicas)

$$[OC]_{sec} = [OC]_{tot} - [OC]_{prim}$$

Enfoques estimación SOC: relación $[OC/EC]_{prim}$,

-Ajuste lineal OC/EC más baja (percentiles 10% y 20%), (Castro *et al.*, 1999; Kaul *et al.*, 2011; Day, Zhang y Pandis, 2015; Kanellopoulos *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2020).

-Efecto regresiones lineales Deming Incertidumbre errores (Deming, 1943; York *et al.*, 2004; Chu, 10 2005; Saylor, Edgerton y Hartsell, 2006). -"Real Statistics Resource Pack" (Zaiontz, 2021).

-Valores de SOC estimados deben ser independientes (no correlacionados) de los valores de EC medidos (Millet *et al.*, 2005; Wuy Yu, 2016; Zhang *et al.*, 2019; Kaskaoutis *et al.*, 2020). Para comparar las pendientes de diferentes regresiones lineales (dif-) "Real Statistics Resource Pack" (Zaiontz, 2021).

Factor constante (1,8): conversión de OC a OM (Chow *et al.*, 2015), POC y SOC a materia orgánica primaria (POM) y secundaria (SOM) : fuentes de OC y los procesos de envejecimiento atmosférico (Aiken *et al.*, 2008; Timonen *et al.*, 2013; Lichtiget *al.*, 2023)

Aporte de Fuentes

Modelo (EPA PMF 5.0), incluyendo como variables de entrada todos los picos del análisis del carbono termo-óptico: OC1, OC2, OC3, OC4, OC5, OPyr, EC1, EC2, EC3, EC4, EC5 y EC6, y utilizando TC como variable total.

Incertidumbres :procedimiento analítico y protocolo de muestreo del aire. 10%-15% de incertidumbre adicional a través de la interfaz del programa informático.

-Especialistas de cada ciudad: número de factores (normalmente, entre 3 y 6).

-Mejor explicaba composición carbonosa $PM_{2.5}$ en cada ciudad, consideramos:

- Perfil químico de los factores hallados por el modelo (teniendo en cuenta la relación OC/EC y la presencia de trazadores que se han relacionado con diferentes fuentes
- – Tendencias estacionales de la contribución de cada factor y conocimientos locales sobre las estaciones meteorológicas, fuentes primarias de emisión, las intrusiones regionales, etc.
- -Parámetros estadísticos de los resultados del modelo (Q , $Q_{exp}/Q_{verdadero}$, el número de valores atípicos, los resultados de Boot- strap y Desplazamientos, etc.)

Definición de las estaciones meteorológicas locales

Ciudad	Estaciones meteorológicas
Buenos Aires	Verano: del 21 de diciembre al 20 de marzo
	Otoño: del 21 de marzo al 20 de julio
	Invierno: del 21 de julio al 20 de septiembre
Sao Paulo	Primavera: del 21 de septiembre al 20 de diciembre
Medellín	Lluvioso: marzo a mayo
	Seco: junio a agosto
	Lluvioso: septiembre a noviembre
	Seco: diciembre a febrero
San José	Lluvioso: mayo a noviembre
	Seco: diciembre a abril
Quito	Lluvioso: octubre a mayo
	Seco: junio a septiembre
Ciudad de México	Cálido y seco: marzo a mayo
	Lluvioso: de junio a septiembre
	Frío y seco: de octubre a febrero

(Carbono total ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en $\text{PM}_{2.5}$ para las estaciones MED-BEME, MED-PJIC, GIR-SOSN, MED-LAYE y MED-SELE. Abril a diciembre de 2019. Medellín, Colombia

Estación de control	$\text{PM}_{2.5}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	$\text{OC}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	$\text{EC}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	$\text{SOC}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	<u>Relación OC/EC</u>
MED-BEME	20.1	7.0	0.8	3.5	8.5
MED-PJIC	21.2	8.1	4.4	2.7	1.9
GIR-SOSN	16.7	6.8	4.0	2.3	1.7
MED-LAYE	17.3	7.7	3.0	2.6	2.7
MED-SELE	10.3	1.0	1.5	0.9	0.7

(Gomez et., al, 2019)

Resultados



Access through your organization

Purchase PDF



Science of The Total Environment

Volume 948, 20 October 2024, 174630



Carbonaceous fraction in PM_{2.5} of six Latin American cities: Seasonal variations, sources and secondary organic carbon contribution

Laura Dawidowski^a  , Julián Gelman Constantin^{a b}, Jorge Herrera Murillo^c,
Miriam Gómez-Marín^d, Thiago Nogueira^e, Salvador Blanco Jiménez^f, Valeria Díaz-Suárez^g,
Facundo Baraldo Victorica^a, Pablo Lichtig^{a b}, Melisa Díaz Resquin^a, Minor Vargas-Rojas^c,
Julio Murillo-Hernández^c, James Alberto Vergara Correa^d, Maria de Fatima Andrade^h,
Djacinto Monteiro dos Santosⁱ, Javier Flores Maldonado^j, Francisca Aldape^j, Luis Felipe Abreu^f,
Manousos Ioannis Manousakas^k

Show more 



Add to Mendeley



Share



Cite

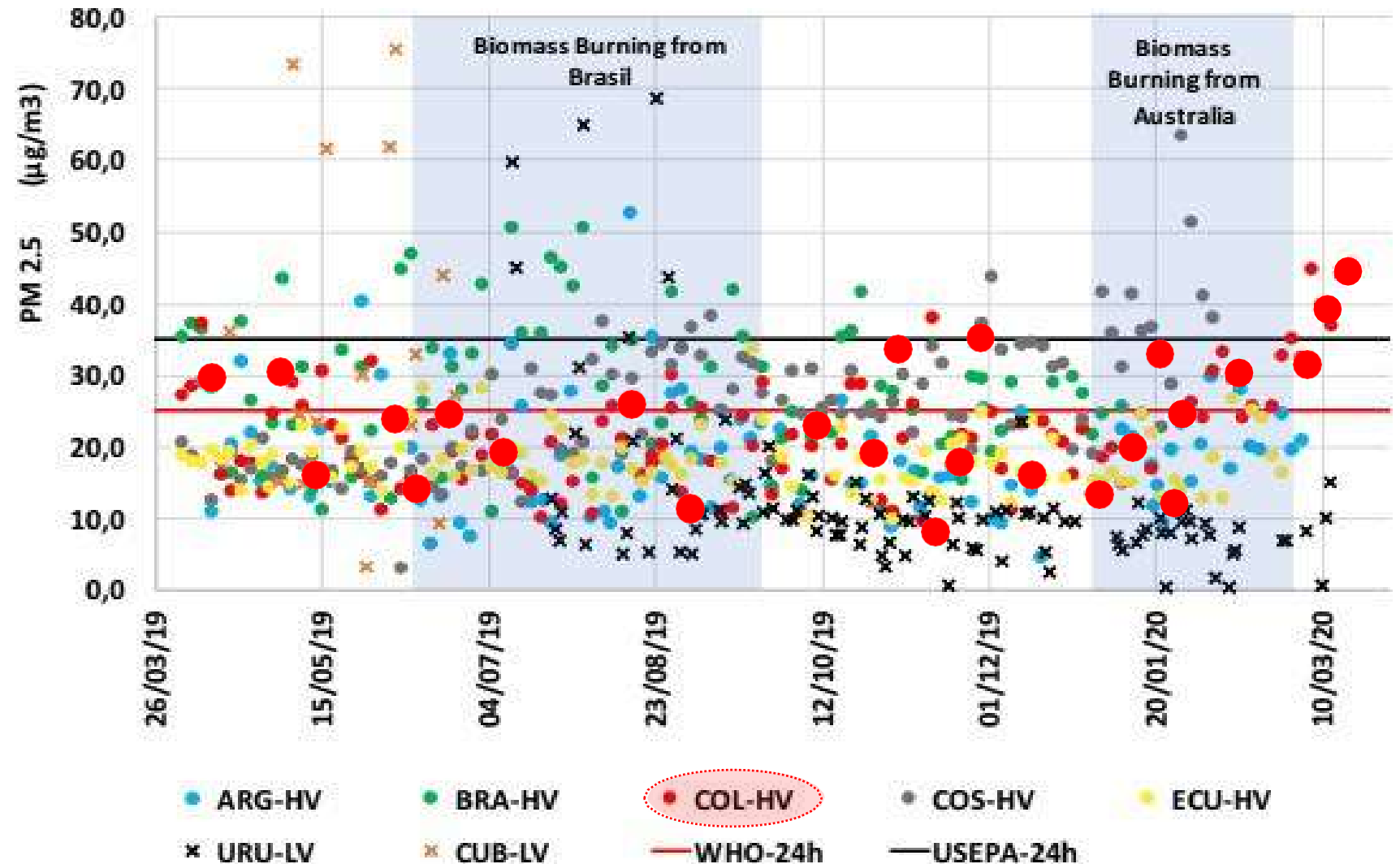
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174630>

PM_{2.5} (µg m⁻³) ARCAL RLA7023 2019-2020-2020

PM_{2.5} generalmente < Buenos Aires Quito > y Sao Paulo y San José

SP y SJ superan NL (CR: 15 µg m⁻³ Brasil: 20 µg m⁻³)

MED y SJ incumplimientos en 24 h (5,7%) - 20% días de muestreo
BUE normativa más severa (GPBA-OPDS, 2018), superando el límite medio anual (12 µg m⁻³), 2 % incumplimientos del límite 24 h



Promedio y desviación estándar PM_{2.5} OC y EC para seis ciudades latinoamericanas durante la campaña de muestreo

Sitio de muestreo	Buenos Aires	São Paulo	Medellín	San José	Quito	Ciudad de México
N	100	82	122	99	108	119
PM_{2.5} (µg/m⁻³)	17,5 (7,6)	27,6 (9,9)	22,1 (8,9)	27,1 (9,3)	20,4 (5,4)	21,7 (9,3)
TC (µg/m⁻³)	6,12 (2,66)	7,55 (5,01)	8,23 (3,74)	7,96 (2,60)	7,13 (2,45)	7,44 (3,53)
OC (µg/m⁻³)	5,15 (2,42)	5,5 (3,42)	7,36 (3,47)	5,07 (1,83)	4,30 (1,42)	6,28 (3,36)
EC (µg/m⁻³)	0,98 (0,44)	1,68 (1,61)	0,88 (0,47)	2,89 (1,17)	2,84 (1,34)	1,16 (0,44)
OC/EC	5,87 (2,78)	4,66 (3,25)	9,65 (6,04)	1,99 (0,98)	1,72 (0,72)	5,85 (3,36)
OC/TC	0,83 (0,06)	0,74 (0,08)	0,89 (0,04)	0,64 (0,09)	0,61 (0,09)	0,83 (0,05)
EC/TC	0,17 (0,06)	0,20 (0,08)	0,11 (0,04)	0,36 (0,09)	0,39 (0,09)	0,17 (0,05)

Todas las ciudades superan guía de calidad del aire PM_{2.5} (OMS, 2021, capítulo 3.2.2.1), (AQG, 5 µg m⁻³), y GCA de 2005 Guía calidad del aire

Promedio y desviación estándar PM_{2.5} OC y EC para seis ciudades latinoamericanas durante la campaña de muestreo

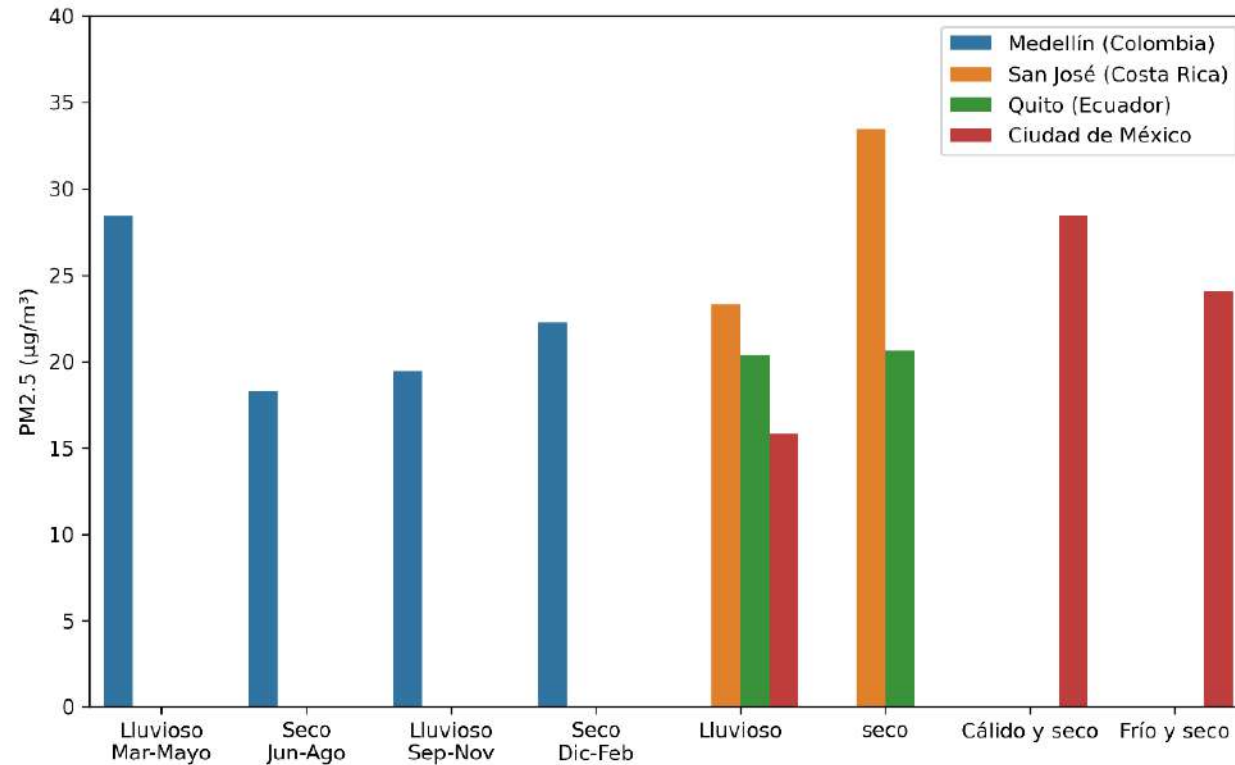
Sitio de muestreo	Buenos Aires	São Paulo	Medellín	San José	Quito	Ciudad de México
N	100	82	122	99	108	119
PM_{2.5} (µg/m⁻³)	17,5 (7,6)	27,6 (9,9)	22,1 (8,9)	27,1 (9,3)	20,4 (5,4)	21,7 (9,3)
TC (µg/m⁻³)	6,12 (2,66)	7,55 (5,01)	8,23 (3,74)	7,96 (2,60)	7,13 (2,45)	7,44 (3,53)
OC (µg/m⁻³)	5,15 (2,42)	5,5 (3,42)	7,36 (3,47)	5,07 (1,83)	4,30 (1,42)	6,28 (3,36)
EC (µg/m⁻³)	0,98 (0,44)	1,68 (1,61)	0,88 (0,47)	2,89 (1,17)	2,84 (1,34)	1,16 (0,44)
OC/EC	5,87 (2,78)	4,66 (3,25)	9,65 (6,04)	1,99 (0,98)	1,72 (0,72)	5,85 (3,36)
OC/TC	0,83 (0,06)	0,74 (0,08)	0,89 (0,04)	0,64 (0,09)	0,61 (0,09)	0,83 (0,05)
EC/TC	0,17 (0,06)	0,20 (0,08)	0,11 (0,04)	0,36 (0,09)	0,39 (0,09)	0,17 (0,05)

TC mayor MEX (52 %-64 %), SP(32 %-47 %), MED(56 %-76 %),

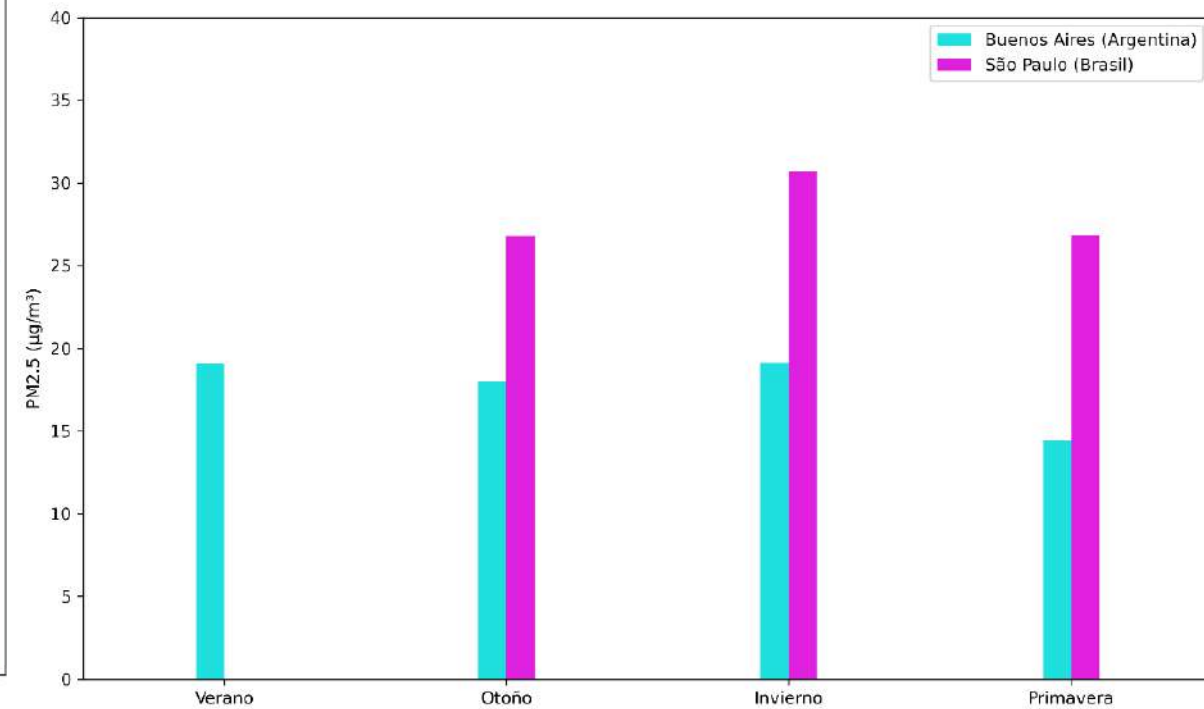
TC menor BUE (54 %-63 %), QUI(49 %-53 %), SJ(35 %-52 %),

EC mayor QUI, SJ y SP

Promedio $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) para diferentes estaciones en seis ciudades latinoamericanas durante la campaña de muestreo 2029-2020



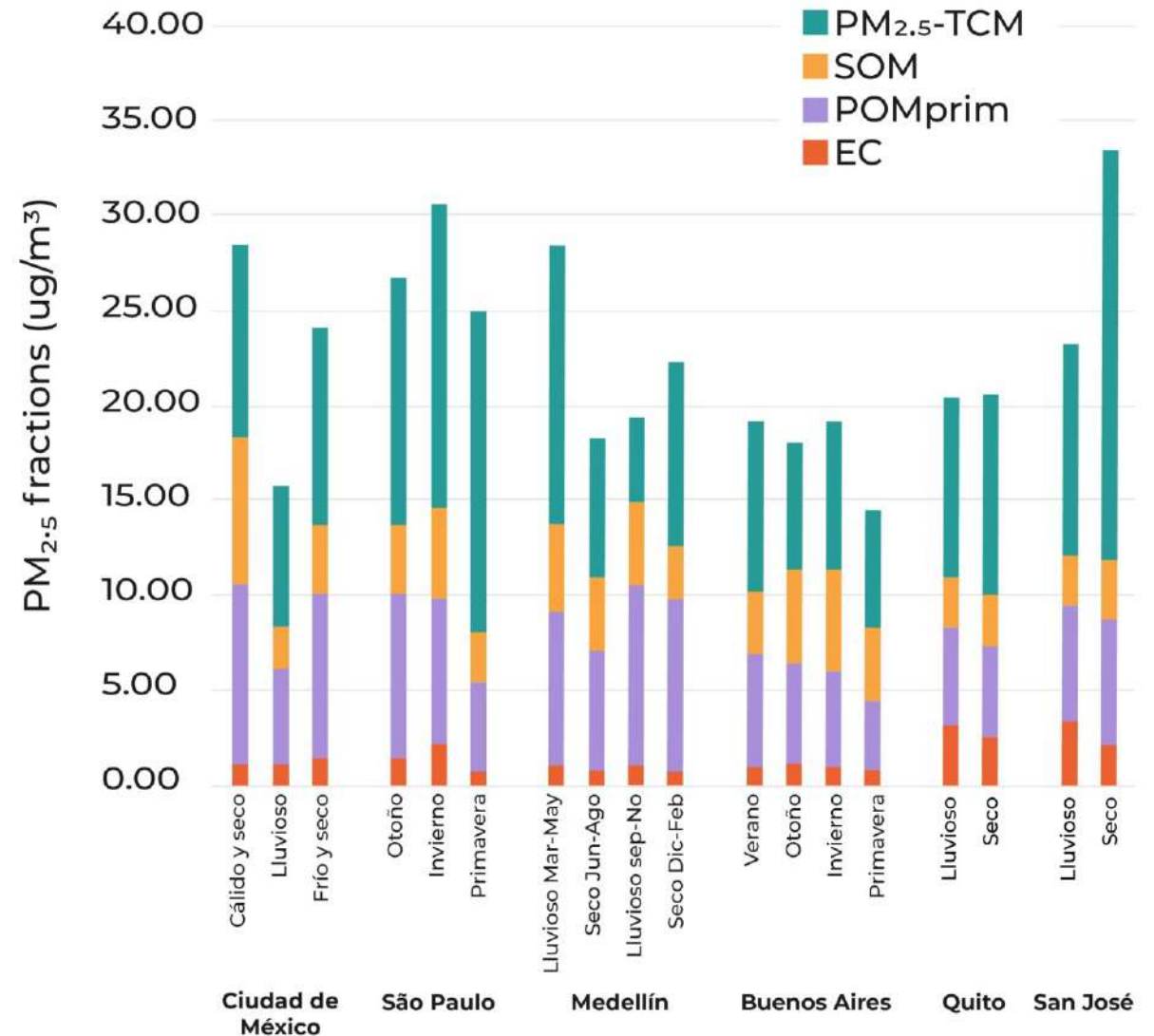
(Ciudad de México, Medellín, San José) Efectos relevantes



Buenos Aires: $PM_{2.5} < \text{primavera}$

Fracciones carbonosas en PM_{2.5}

para las seis ciudades de América Latina para diferentes estaciones.
2019-2020

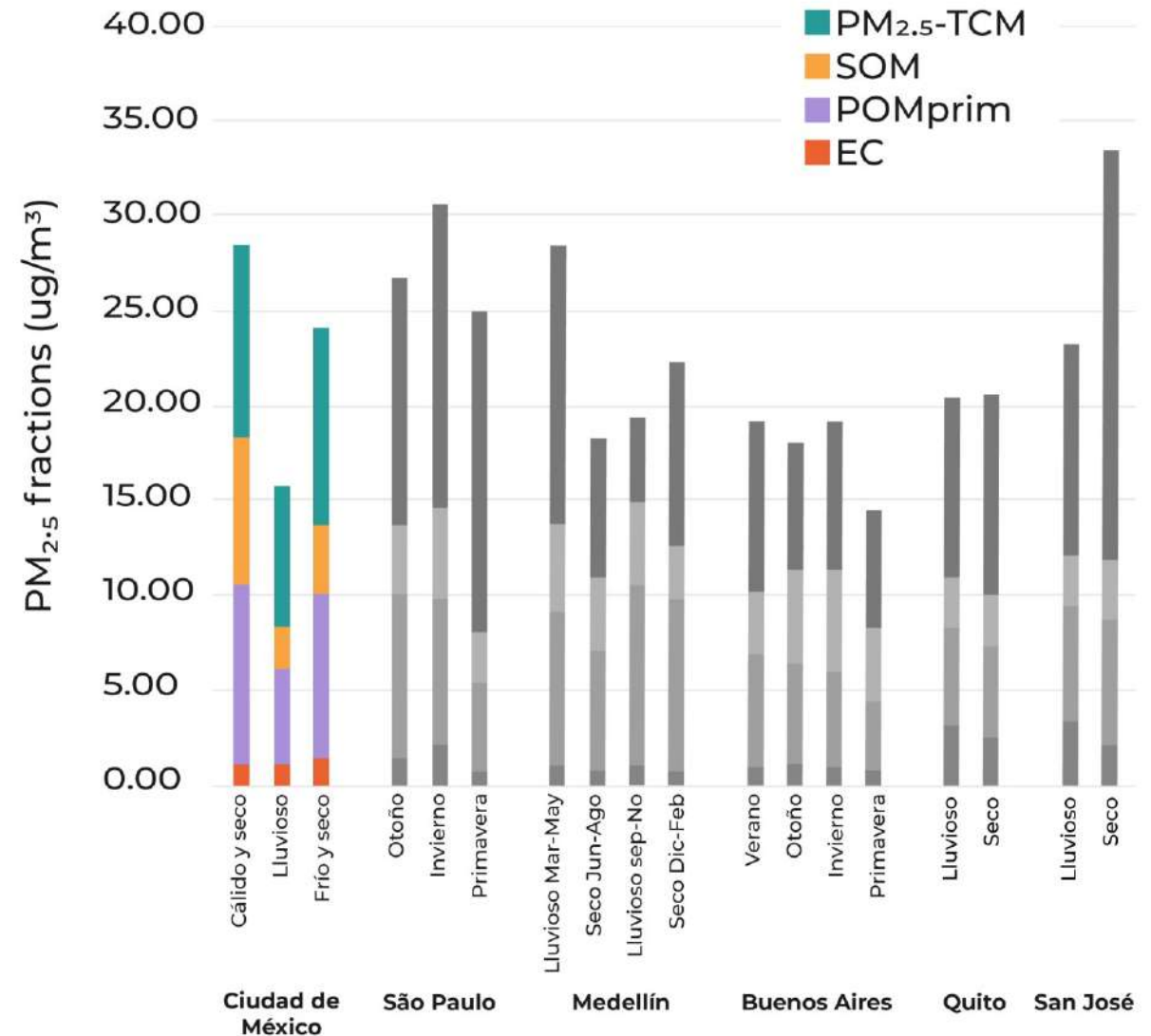


Fracciones carbonosas en PM_{2.5}

para las seis ciudades de América Latina para diferentes estaciones.
2019-2020

Ciudad de México
Estación lluviosa, menor
TCM, POM y SOM.
Estación cálida y seca:
mayor SOM.

ALGUNOS CASOS TENDENCIAS

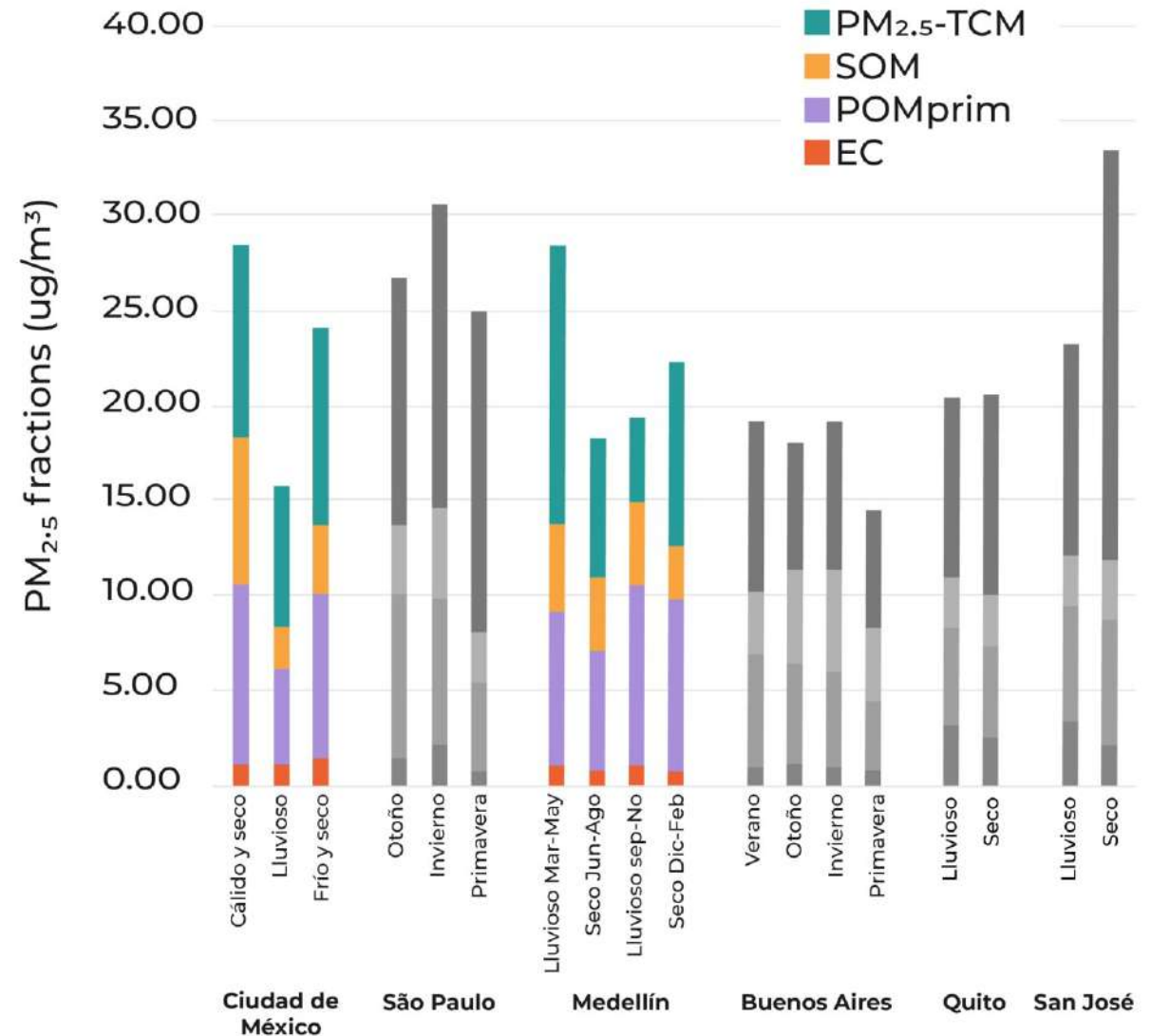


Fracciones carbonosas en PM_{2.5}

para las seis ciudades de América Latina para diferentes estaciones.
2019-2020

Ciudades tropicales
(Ciudad de México,
Medellín) PM_{2.5} y fracciones
carbonosas efectos
estacionales relevantes.

ALGUNOS CASOS TENDENCIAS ESTACIONALES

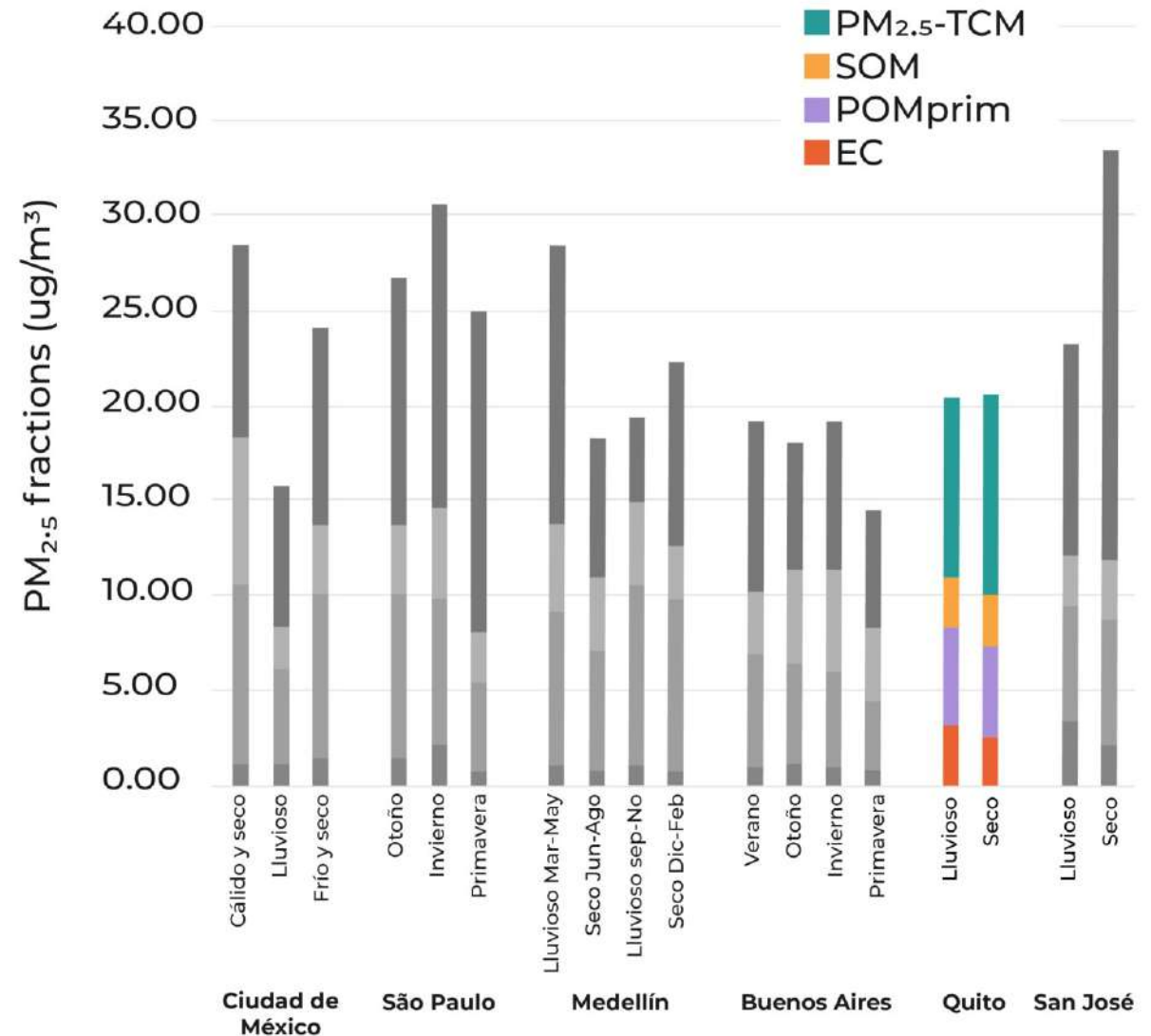


Fracciones carbonosas en PM_{2.5}

para las seis ciudades de América Latina para diferentes estaciones.
2019-2020

Quito: PM_{2.5} y fracciones carbonosas son casi constantes independientemente de la estación (seca/lluviosa),

ALGUNOS CASOS TENDENCIAS ESTACIONALES

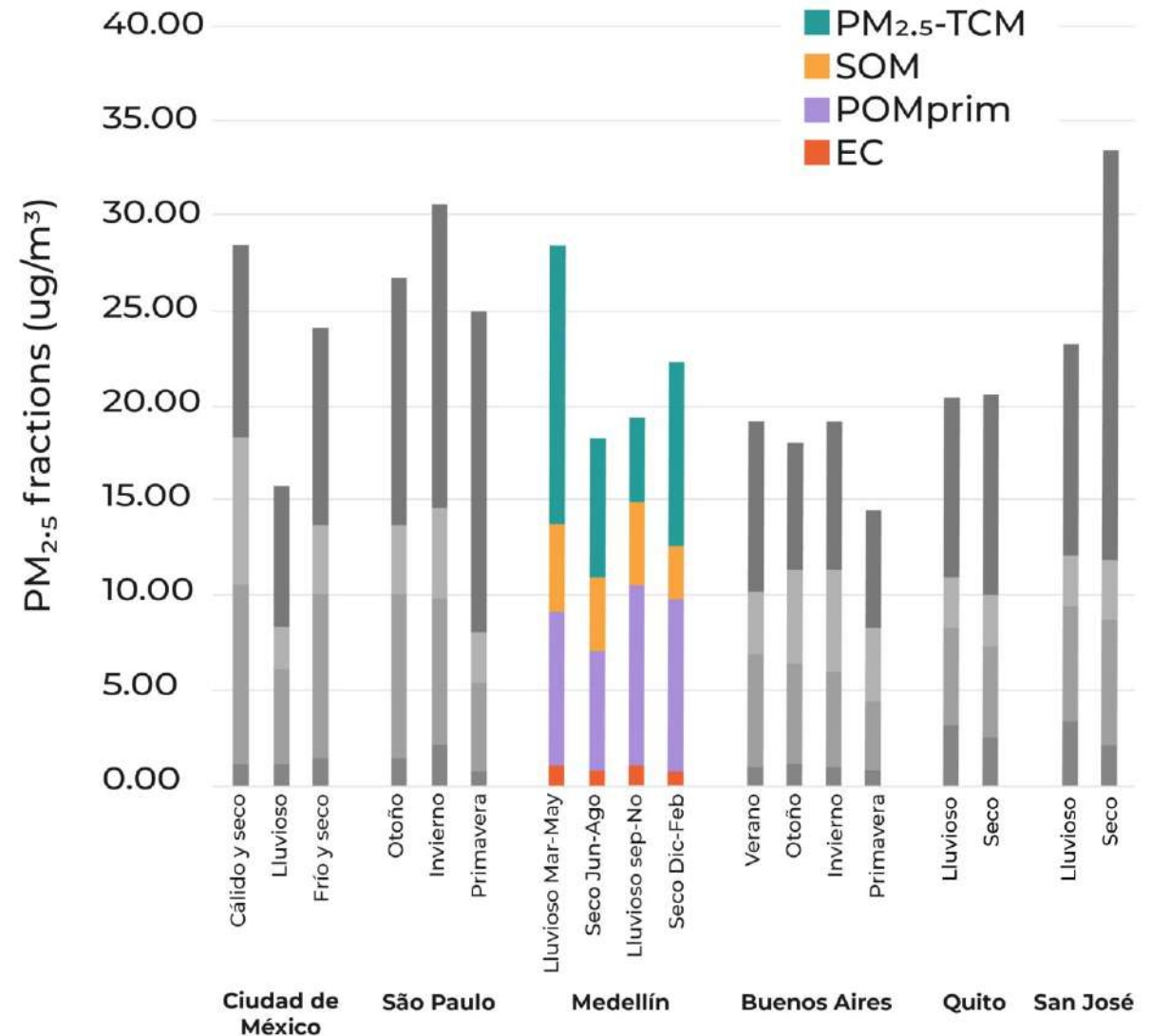


Fracciones carbonosas en PM_{2.5}

para las seis ciudades de América Latina para diferentes estaciones.
2019-2020

Medellín, época lluviosa
marzo a mayo > PM_{2.5} TCM
y fracciones

ALGUNOS CASOS TENDENCIAS ESTACIONALES

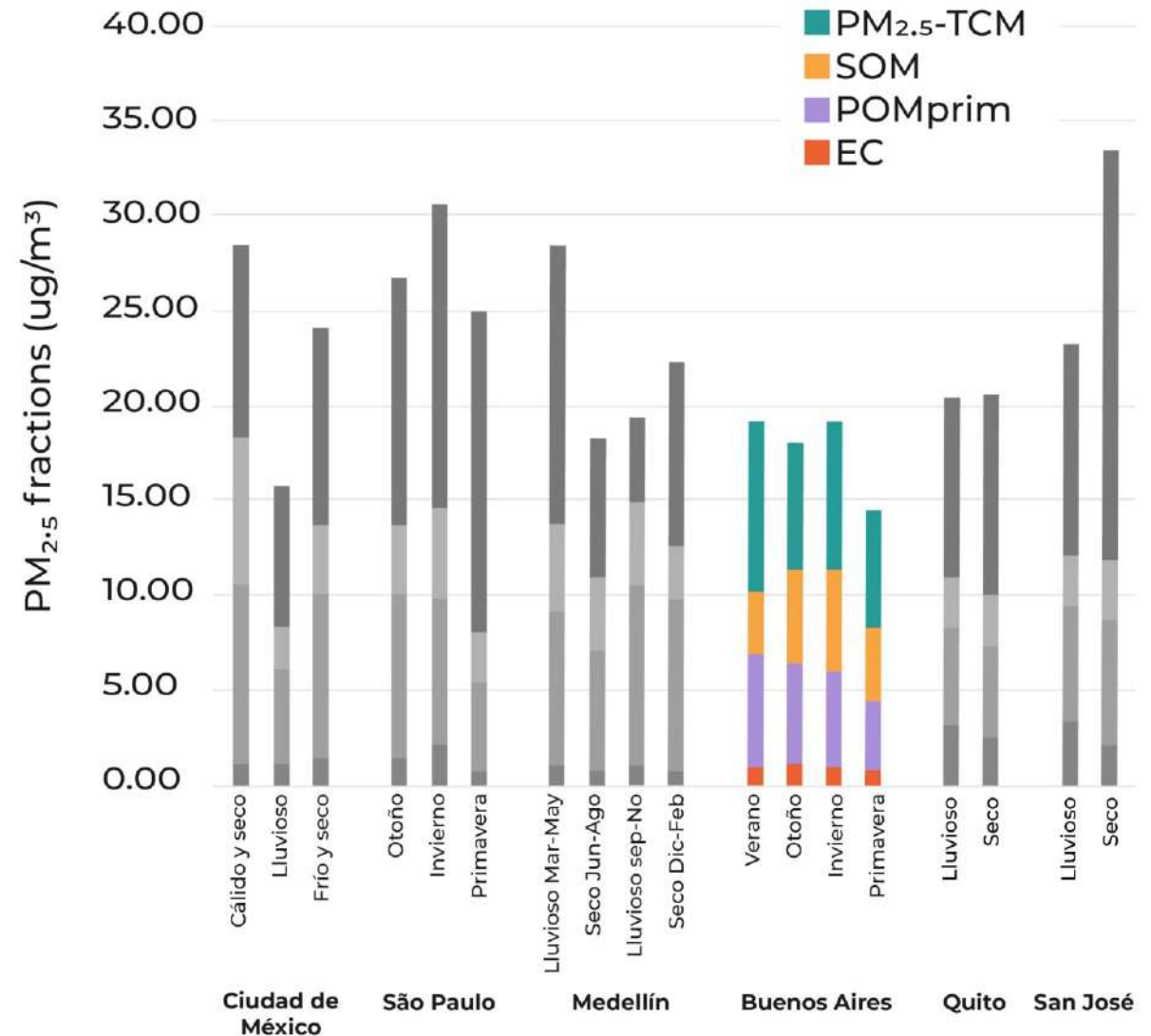


Fracciones carbonosas en PM_{2.5}

para las seis ciudades de América Latina para diferentes estaciones.
2019-2020

**Buenos Aires: PM_{2.5} TCM
parecen constantes,
SOM > otoño e invierno.**

ALGUNOS CASOS TENDENCIAS ESTACIONALES

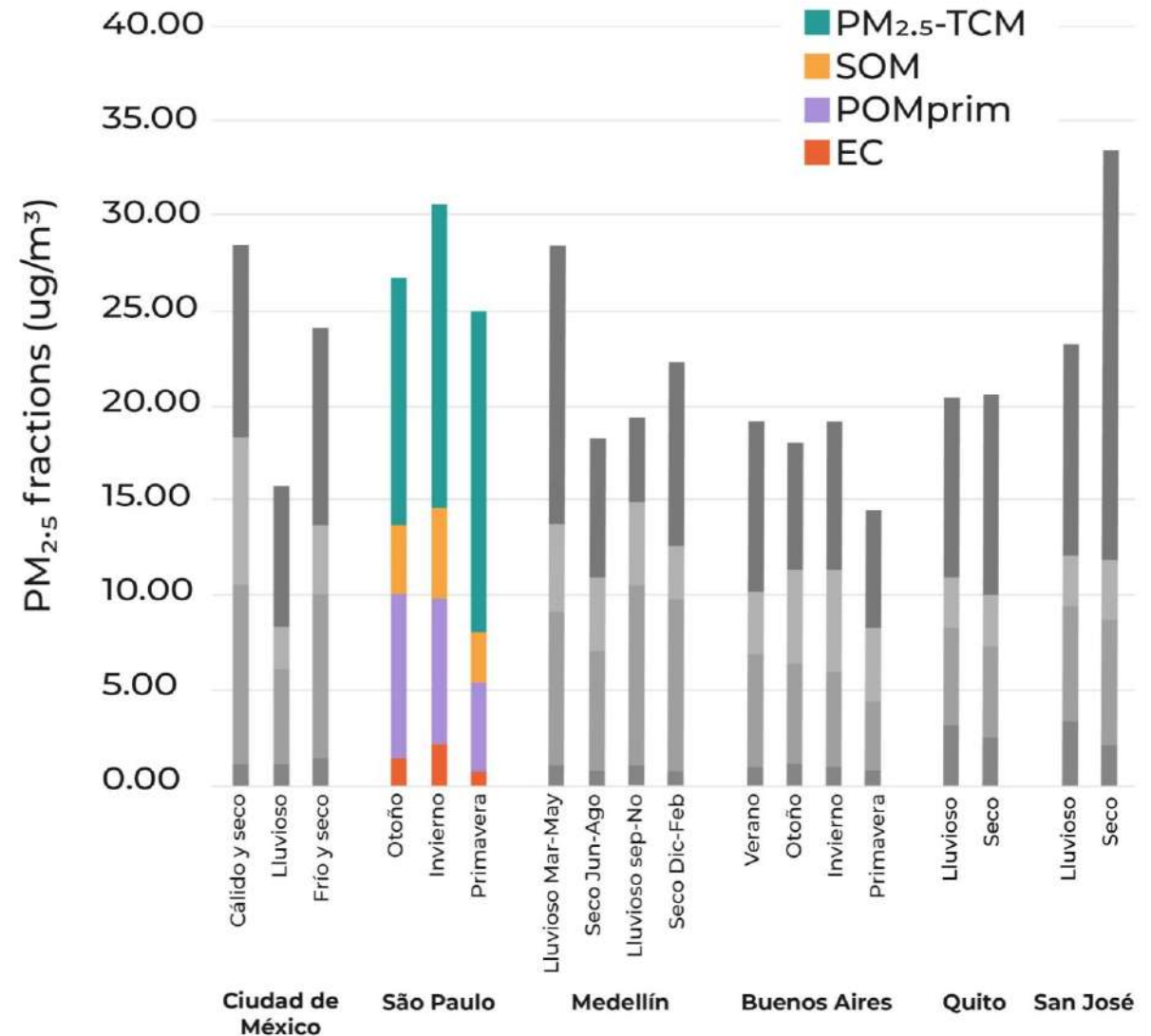


Fracciones carbonosas en PM_{2.5}

para las seis ciudades de América Latina para diferentes estaciones.
2019-2020

São Paulo invierno : > PM_{2.5} TCM, POM y SOM, seguidos del otoño. Primavera < todas las fracciones. EC son mayores en invierno y otoño, pero más bajos en primavera.

ALGUNOS CASOS TENDENCIAS ESTACIONALES



Algunas diferencia entre una regresión lineal ordinaria y una regresión Deming para el mismo conjunto de datos: (estación lluviosa MEX, invierno y primavera para BUE.

Estimaciones (SOC) - método del trazador EC
(OC/EC)*prim*



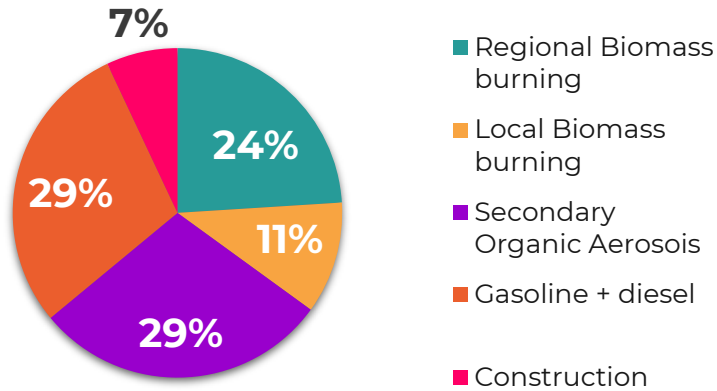
	(OC/EC)			Total	Deming 20%	(OC/EC) PMF	
	OLR 10%	OLR 20%	Deming 20%	OC/EC	SOC/OC	Without SOA	Without SOA, BB
Ciudad de México							
Warm and Dry	4.197	5.594	6.318	9.31	40%		4.94
R²	0.96	0.68					
Rainy	0.712	2.468	3.545	4.54	43%		3.84
R²	0.16	0.45					
Cold and Dry	3.014	3.287	3.438	4.97	28%		4.03
R²	0.36	0.27					
São Paulo							
Autumn	1.400	1.483	1.488	3.73	34%	2.77	1.12
R²	1.00	0.89					
Winter	1.988	2.790	1.837	3.70	32%	2.93	2.26
R²	0.80	0.92					
Spring	3.199	3.659	3.669	6.17	33%	3.08	2.63
R²	1.00	0.99					
Medellín							
Rainy Mar-May	3.99	3.34	3.38	13.03	44%	5.62	3.68
R²	1.00	0.94					
Dry Jun-Aug	6.15	6.38	6.51	9.41	33%	5.61	3.39
R²	0.98	0.95					
Rainy Sep-Nov	4.42	4.88	4.93	6.74	28%	6.55	4.31
R²	0.99	0.97					
Dry Dec-Feb	6.87	7.94	7.99	9.32	19%	7.10	4.56
R²	1.00	0.98					

	(OC/EC)			Total	Deming 20%	(OC/EC) PMF	
	OLR 10%	OLR 20%	Deming 20%	OC/EC	SOC/OC	Without SOA	Without SOA, BB
Buenos Aires							
Summer	2.88	3.39	3.50	5.30	31%	4.18	2.74
R²	1.00	0.94					
Autumn	1.11	3.36	3.53	5.68	48%	3.54	3.40
R²	1.00	0.30					
Winter	2.34	3.77	4.63	6.79	46%	4.25	2.94
R²	1.00	0.91					
Spring	4.41	2.66	3.99	5.53	46%	4.01	2.76
R²	0.88	0.46					
Quito							
Rainy	0.82	0.61	0.67	1.62	26%	1.37	0.73
R²	0.682	0.655					
Dry	0.87	0.85	0.88	1.90	31%	1.64	0.93
R²	0.905	0.878					
San José							
Rainy	0.66	0.78	0.80	1.48	24%	2.40	1.67
R²	0.690	0.907					
Dry	1.42	1.68	1.84	2.84	39%	2.96	2.16
R²	0.981	0.850					

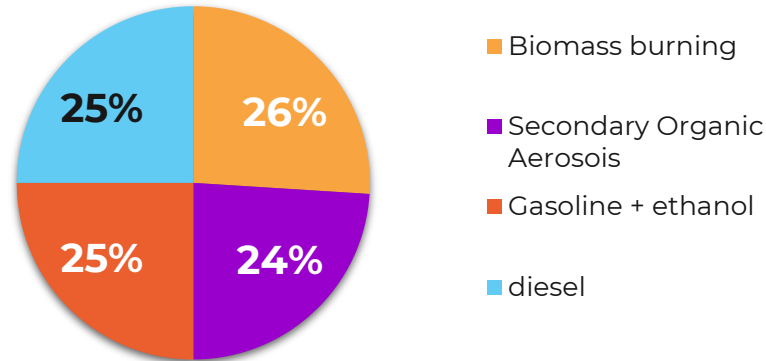
Estimaciones (SOC) -método del trazador EC :
Notable relación SOC/OC en todas las ciudades

Contribución de las distintas fuentes al carbono total según la modelización PMF para las seis ciudades de este estudio.

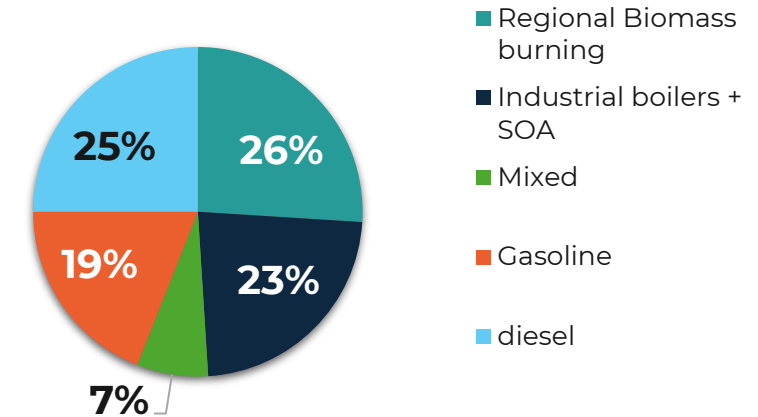
Buenos Aires



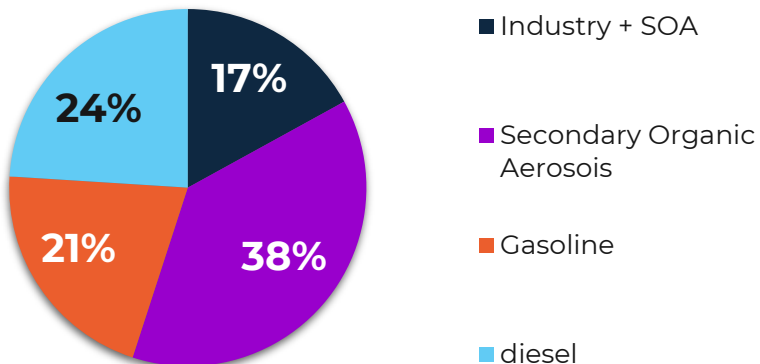
São Paulo



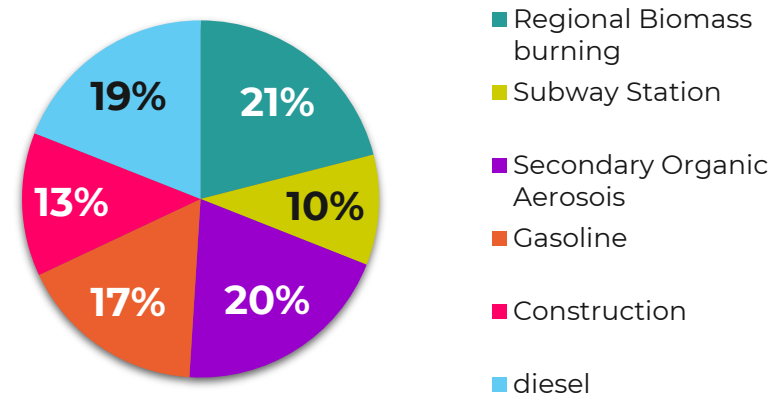
Medellín



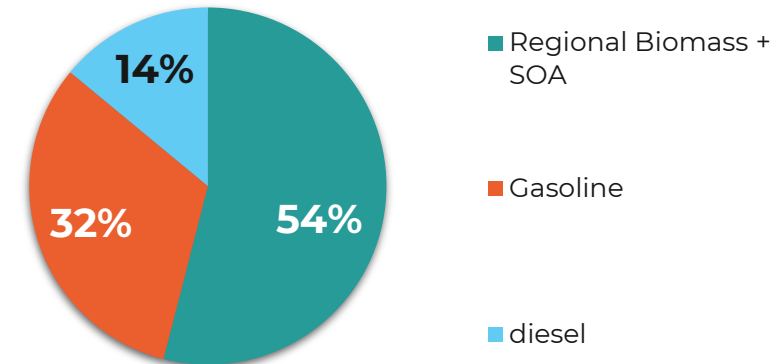
San José



Quito

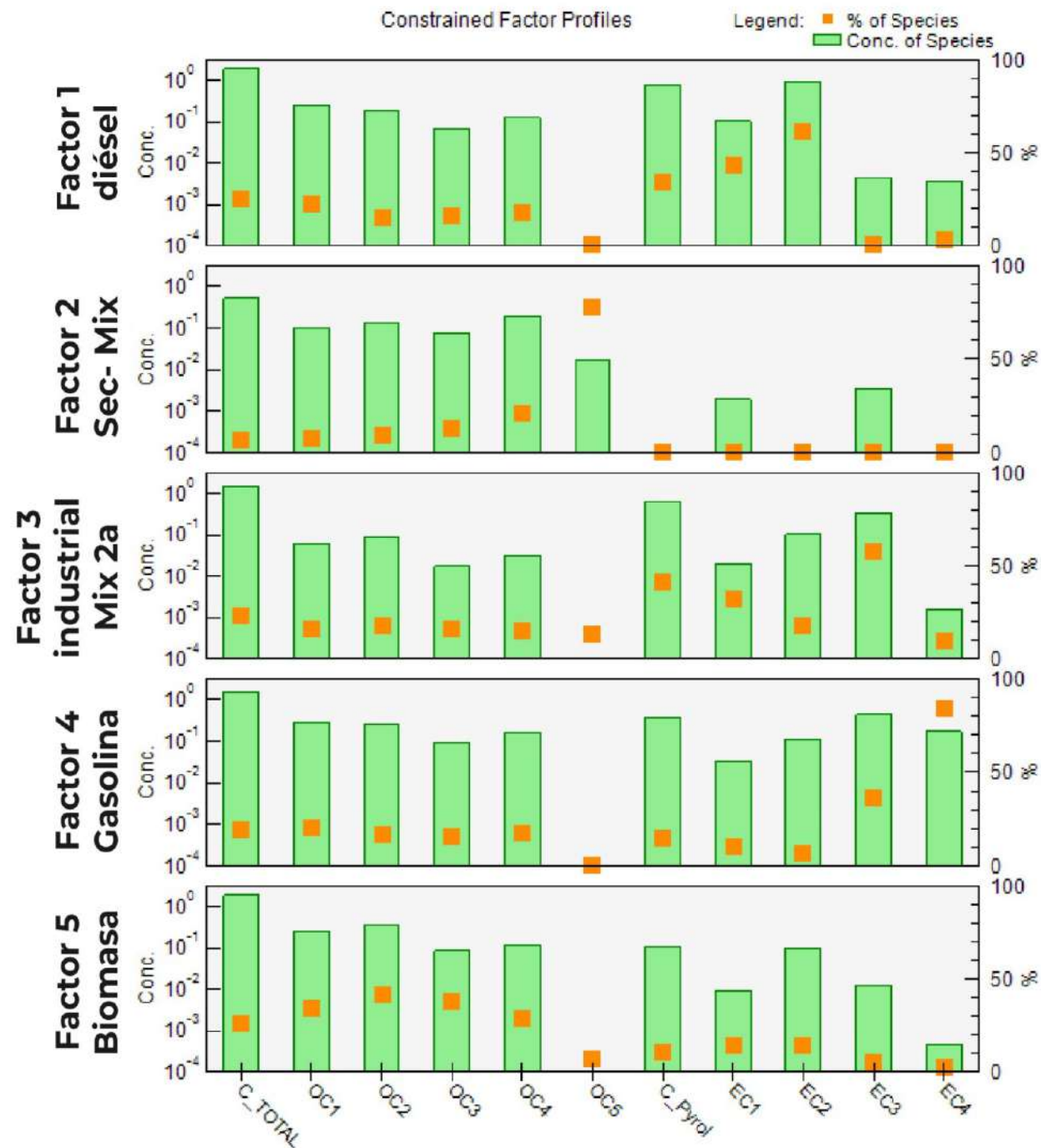


Ciudad de México



RESULTADOS: PMF MEDELLÍN

Medellin constrained species profiles factor



RESULTADOS: PMF MEDELLÍN

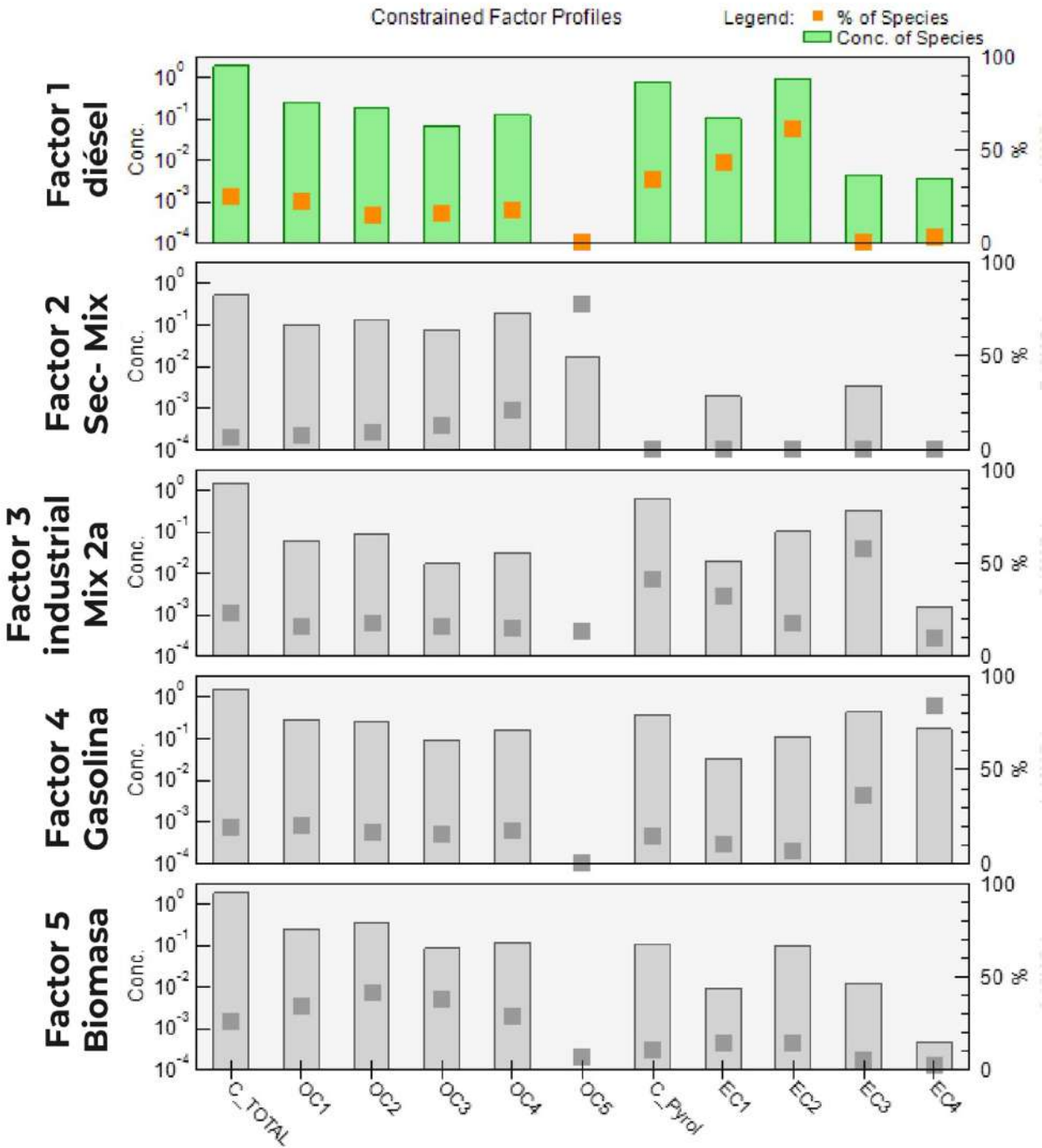
Medellin constrained species profiles factor

Diesel Factor 1: (25 % del CT):

Contenido de fracción EC2 (un trazador de emisiones diésel) junto con fracciones OC1-OC4 y OPyr. Aunque la relación OC/EC de $\approx 5,2$ parece más alta de lo esperado para esta fuente

La estación de monitoreo está situada en una zona con baja incidencia de fuentes vehiculares directas. La presencia de una fábrica de ladrillos a sólo 620 m, puede explicar el impacto del tráfico pesado (para la entrada de materias primas y la salida de productos) en los niveles de aerosoles carbonosos medidos en el emplazamiento. La dirección

El perfil temporal registra una alta variabilidad típica de la dinámica del flujo vehicular afectado por los diferentes eventos que ocurren en la ciudad.



RESULTADOS: PMF MEDELLÍN

Medellin constrained species profiles factor

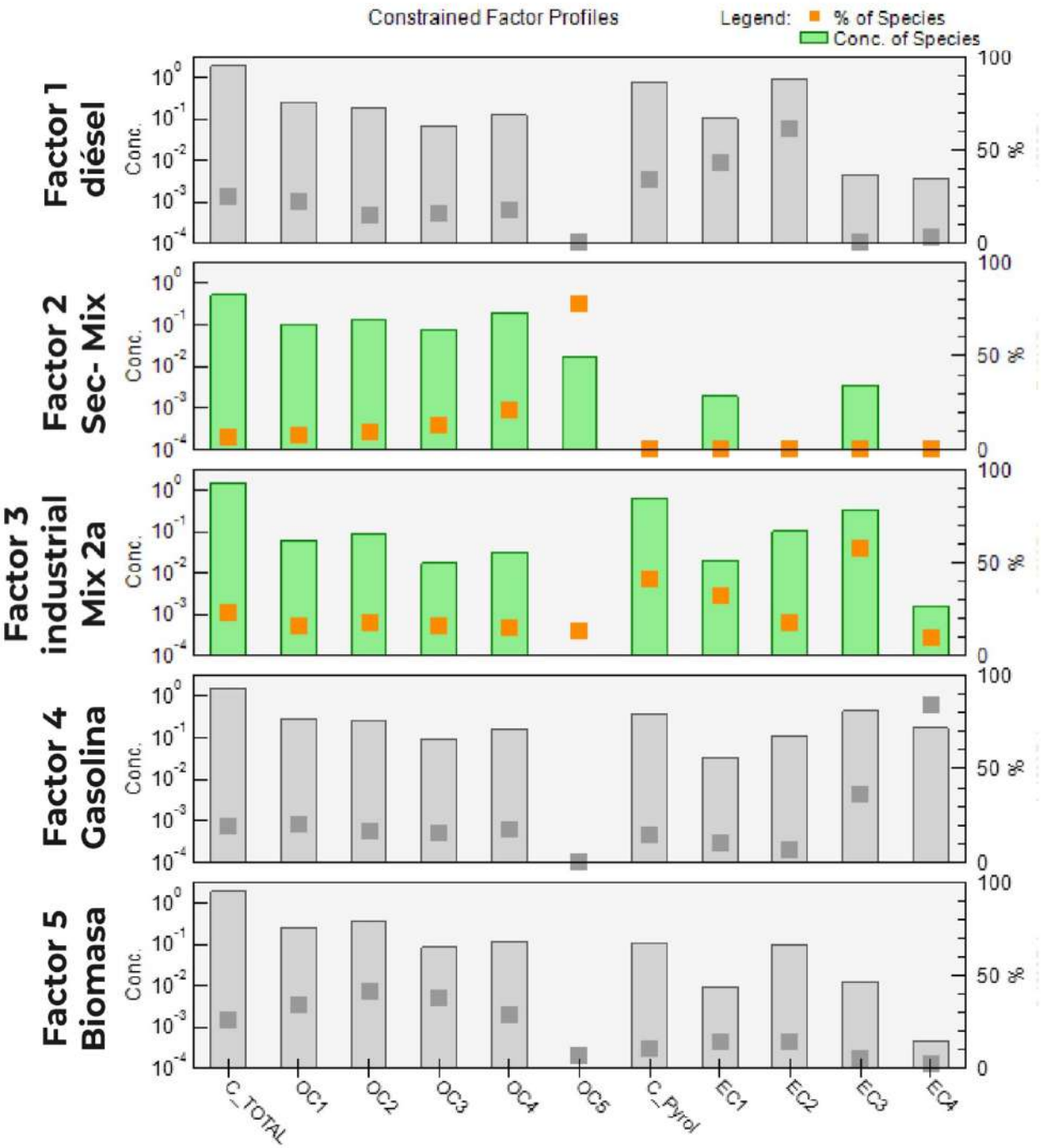
Secundarias orgánicas Factor 2 (7% del CT):

Altas contribuciones OC4 OC5. Para este factor, aplicamos una restricción (Pull Down Maximally on EC4 fraction).

Calderas combustible pesado +mix SOA Factor 3: (23,3 % del CT)

Fracciones OPyr y EC1-EC3 trazadores de emisiones de calderas (Chow et al., 2004b; Yan et al., 2019; Dong et al., 2023).

Segunda relación OC/EC más alta (≈ 28), elevada contribución de las fracciones OC1-OC4 (Dong et al., 2023), y buena correlación SOC EC1 método del trazador EC



■ RESULTADOS: PMF MEDELLÍN

Medellin constrained species profiles factor

Gasolina Factor 4: (19,2 % del CT):

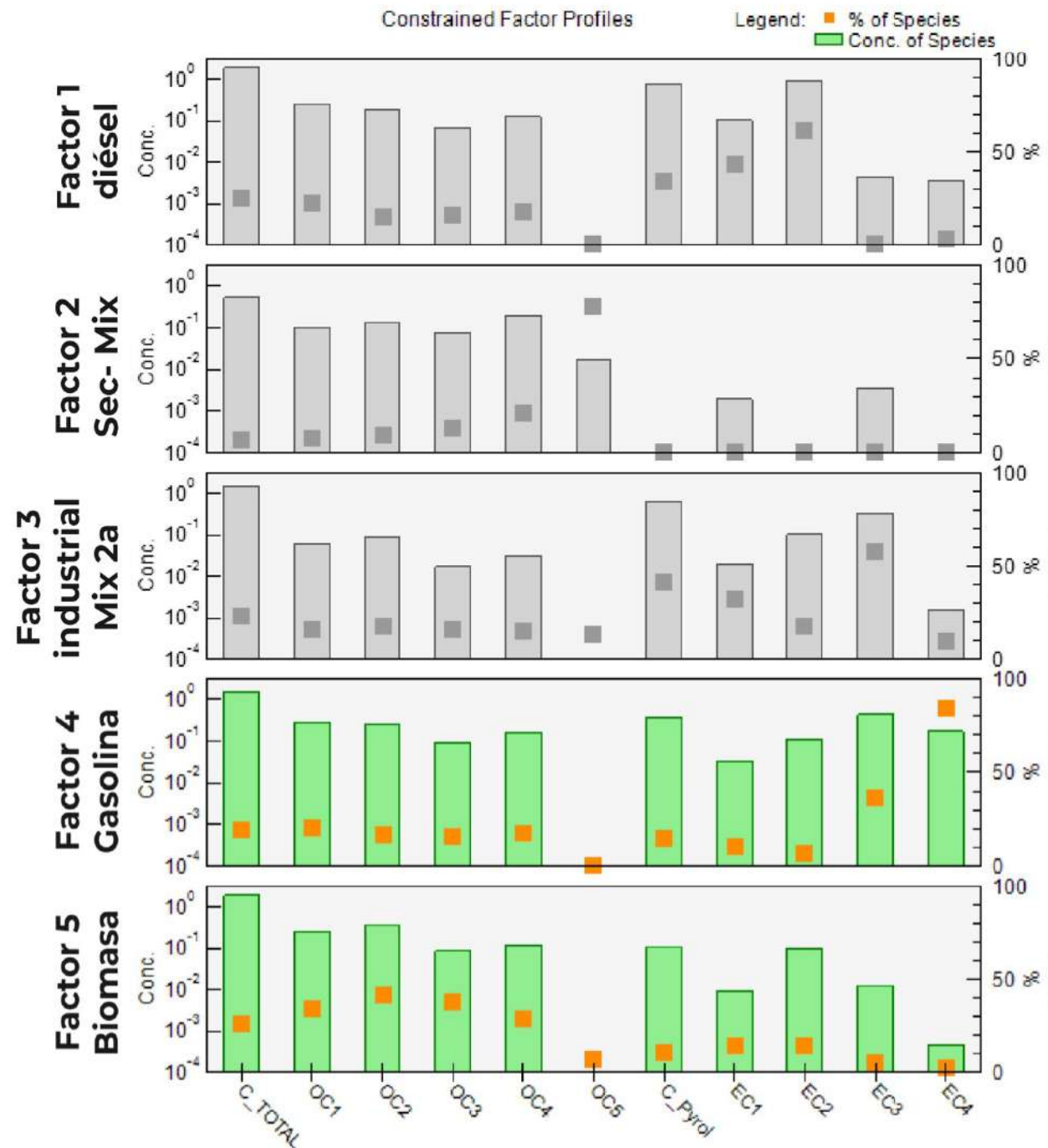
Alta concentración de fracciones OC1-OC4, OPyr y EC3, EC4, y una relación OC/EC de ≈ 3.1 .

Serie temporal gran variabilidad. (Por el momento se requiere verificar fuentes trazables mensuales de consumo de combustible que permitan verificar nuestra hipótesis sobre los perfiles temporales de las fuentes de tráfico)

Biomasa Factor 5: (26 % del CT):

El perfil químico coherente con la atribución tiene una alta relación OC/EC (≈ 23) representada por una alta contribución de las fracciones OC1-OC4 y OPyr, y contenido de EC2 y EC1 (similar BUE, SP, QUI, MEX y estudios (Chuang et al., 2014; Samiksha et al., 2022).

Elevada contribución fracciones OC1-OC4 (Dong et al., 2023), y buena correlación SOC -método del trazador EC1. Estos hechos sugieren un importante contenido de SOA



RESULTADOS

Medellin correlacion entre las series temporales SOC método EC TRACER vs factores (fuentes) estimados PMF

Medellin					
Periodo	(OC/EC)min				
Rainy mar may	3,57				
Dry Jun Aug	6,34666667				
Rainy serp nov	4,74333333				
Dry Dec Feb	7,6				
OC(($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9,54		(OC/EC)min	5,565	
EC (($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,99		POC(($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5,50935	
TC (($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10,53		SOM(($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	12,6526	69,67%
			TCM (($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18,162	
OM (($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	17,172				
TCM (($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18,162				

Factor 2 identificado como
Secundarias SOA explica gran
parte del SOC estimado

RESULTADOS

- Relación OC/EC más alta que las fuentes locales relacionadas con el tráfico que determinan la relación (OC/EC)_{prim}. Altas emisiones de COV por eventos de quema de biomasa, se asocian altos niveles de SOC: diferencias perfil químico y comportamiento estacional: ajuste masico inclusión factor Regional Biomass Burning (junto con las emisiones primarias de quema de biomasa) en lugar del factor SOA (más relacionado con fuentes urbanas de SOC).
- Otro resultado interesante es la comparación de las estimaciones de las relaciones (OC/EC) método del trazador de EC y de la modelización PMF
 - Los cálculos que utilizan el perfil químico de los factores PMF, excluyendo únicamente el factor SOA, dan resultados similares a los obtenidos con el método EC-tracer explicando la identificación de perfiles con presencia de SOA
 - Perfil químico de los factores PMF, excluyendo factor SOA y Biomasa explica la identificación de factores emisiones diésel y gasolina y emisiones de combustión industrial que usan combustibles pesados.

CONCLUSIONES

A pesar de que todos los sitios estudiados son urbanos, los resultados muestran marcadas diferencias, que no sólo se deben a diferencias en las fuentes de emisión, sino que también se ven afectadas por diferencias en las condiciones meteorológicas.

La relación TCM/PM_{2.5} variables significativamente, con diferencias estacionales en algunas ciudades: SP y SJ tienen la relación estacional media más baja de (32-35 %), mientras que MED tiene la más alta (76 %).

El método EC-tracer, ampliamente utilizado, nos permitió estimar la contribución de SOC a PM_{2.5} (aunque los resultados deben ser interpretados con cuidado, debido a las diferencias encontradas con los resultados por PMF).

Concentraciones medias significativas de SOM para todas las ciudades, con diferencias estacionales (medias estacionales de 2,17 a 8,99 (µg/m³) SOM/(POM+SOM) entre 19 % y 48 %).

QUI y SJ tienen una concentración media de SOM y una relación SOM/(POM+SOM) bajas y (OC/EC)prim más bajas - dos estaciones: emisiones primarias del tráfico en estas ciudades.



CONCLUSIONES



En varios casos, descubrimos que el factor biomasa podía estar mezclado con SOA, que podía asignarse erróneamente a SOC por el método de trazador EC

La comparación del método del trazador EC con los factores PMF también ha sido escasamente explorada en bib (Yuan et al., 2006; Wagener et al., 2014), y ha resultado valiosa en este estudio para confirmar la asignación de los factores SOA y encontrar correlación con otras fuentes

La intercomparación de los resultados de las 6 ciudades con protocolos de muestreo armonizados, análisis químico y análisis estadístico ha sido inestimable para caracterizar perfiles químicos de las fuentes y comprender las diferencias en las contribuciones de las fuentes

Estamos planeando una futura campaña con más ciudades implicadas para ampliarestudios.

CONCLUSIONES

- Este análisis comparativo subraya la importancia de considerar no sólo las fracciones ópticas térmicas EC/OC como trazadores de fuentes, sino también la relación OC/EC de los factores PMF.
- Este doble enfoque no sólo añade profundidad a la investigación en caracterización de aerosoles, sino que también sugiere metodologías variadas para abordar esta crucial preocupación medioambiental por SOA.
- Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones sobre los factores que influyen en el contenido y la estacionalidad de los aerosoles orgánicos secundarios (SOA) en la región. Al hacerlo, ofrece información adicional sobre las complejidades de la dinámica de la contaminación atmosférica en las ciudades de Latinoamérica.



Referencias

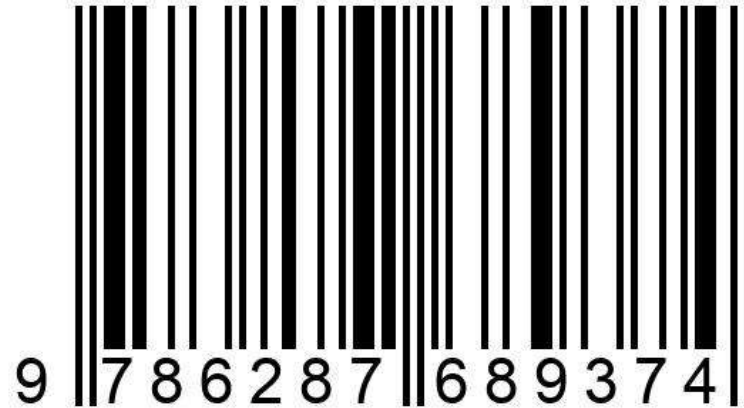
- Banerjee, T., Kumar, M., Singh, N. (2018) Aerosol, climate, and sustainability. *Encyclopedia of the Anthropocene*. 2, 419-428.
- Bond, T.C., Doherty, S., Fahey, D., Forster, P., Berntsen, T., DeAngelo, B., Flanner, M., Ghan, S., Kaercher, B., Koch, D., Kinne, S., Kondo, Y., Quinn, P., Sarofim, M., Schultz, M., Schult, M., Venkataraman, C., Zhang, H., Zhang, S., Bellouin, N., Guttikunda, S., Hopke, P., Jacobson, M., Kaiser, J., Klimont, Z., Lohmann, U., Schwarz, J., Shindell, D., Storelvmo, T., Warren, S., Zender, C. (2013). Bounding the role of black carbon in the climate: a scientific assessment. *Journal of Geophysical Research*. 118, 5380-5552.
- Cao, C., Jiang, W., Wang, B., Fang, J., Lang, J., Tian, G., Jiang, J., Zhu, T. (2014) Inhalable microorganisms in Beijing's PM_{2.5} and PM₁₀ pollutants during a severe smog event. *Environmental Science and Technology*. 48, 1499-1507.
- Castro, L., Pio, C., Harrison, R., Smith, D. (1999). Carbonaceous aerosol in urban and rural European atmospheres: Estimation of secondary organic carbon concentrations. *Atmospheric Environment*. 33, 2771-2781.
- Chow, J.C., Watson, J., Crow, D., Lowenthal, D., Merriam, T. (2001). Comparison of IMPROVE and NIOSH carbon measurements. *Aerosol Science and Technology*. 34, 23-34.
- Cohen, A., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H., Frostad, J. (2017). Estimaciones y tendencias de 25 años de la carga mundial de enfermedad atribuible a la contaminación del aire ambiente: un análisis de los datos del Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet*. 389, 1907-1918.
- Gouveia, N., Hernández, A., Cortínez, A., Rodríguez, D., Texcalac, J., Tapia, L., Ballester, L., McClure, R., Morales, X., Wang, X. (2019). PM_{2.5} ambiental en ciudades latinoamericanas: exposición de la población, tendencias, factores urbanos asociados y efectos sobre la mortalidad. *Epidemiología ambiental*. 3, 139.
- Gyanesh, K., Vikram, C., Pradhi, R., Debajyoti, P., Tarun, G. (2021). Understanding the origin of carbonaceous aerosols during periods of extensive biomass burning in northern India. *Environmental Pollution*. 270, 116082.
- Huang, F., Pan, B., Wu, J., Chen, E., Chen, L. (2017). Relationship between exposure to PM_{2.5} and lung cancer incidence and mortality: a meta-analysis. *Oncotarget*. 8, 43322.
- Klyta, J., Czaplicka, M. (2020). Determination of secondary organic aerosol in particulate matter - Short review. *Microchemical Journal*. 157, 104997.
- Padoan, S., Zappi, A., Adam, T., Melucci, D., Gambaro, A., Formenton, G., Popovich, O., Nguyen, D., Schnelle-Kreis, J., Zimmermann, R. (2020). Organic molecular markers and source contributions in a polluted municipality of north-east Italy: extended PCA-PMF statistical approach. *Environmental Research*, artículo 109587.
- Srinivas, B., Sarin, M. (2014). PM_{2.5}, EC and OC in atmospheric outflow from the Indo-Gangetic Plain: Temporal variability and aerosol organic carbon-to-organic mass conversion. *Science of The Total Environment*. 487, 196-205.
- Roberts, G., Ramana, M., Corrigan, C., Kim, D., Ramanathan, V. (2008). Simultaneous observations of aerosol-cloud-albedo interactions with three stacked unmanned aerial vehicles. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*. 105 (21), 7370-7375.
- Saleh, R., Robinson, E., Tkacik, D., Ahern, A., Liu, S., Aiken, A., Sullivan, R., Presto, A., Dubey, M., Yokelson, R., Donahue, N., Robinson, A. (2014) Brownness of organics in aerosols from biomass burning linked to their black carbon content. *Natural Geosciences*. 7, 647-650.
- Tang, I. (1996). Chemical and size effects of hygroscopic aerosols on light scattering coefficients. *Journal of Geophysics*. 5, 15.

LIBRO DE INVESTIGACION

GESTION DEL CONOCIMEINTO EN CALIDAD DEL AIRE Y SALUD PUBLICA



ISBN: 978-628-7689-37-4





Profesora Miriam Gomez Marin
mgomez@elpoli.edu.co



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