



Política climática colombiana y sus potenciales co-beneficios sobre la calidad del aire:

Fortaleciendo el caso para la mitigación de la deforestación

Ricardo Morales¹, Diego Rojas¹, Fernando García², Karen Ballesteros¹

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (UniAndes)

Construction, Civil, and Environmental Engineering, NCSU, Raleigh, USA.



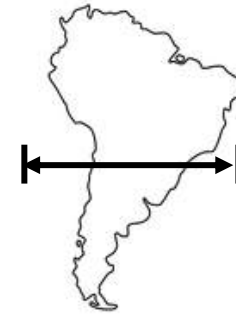
IX CASAP – Congreso Colombiano de Calidad del Aire, Salud Pública y Cambio Climático
Santa Marta, Colombia
Marzo 22 de 2023



Outline



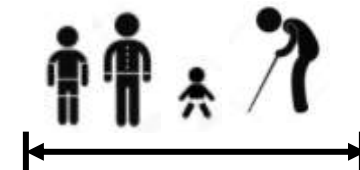
- Fuegos y calidad del aire a escala regional (lo que hemos aprendido)



- Planes de reducción de emisiones GEI en Colombia



- Retos para estimar los co-beneficios (en la calidad del aire) asociados al control de la deforestación





Parte 1: Fuegos y calidad del aire regional

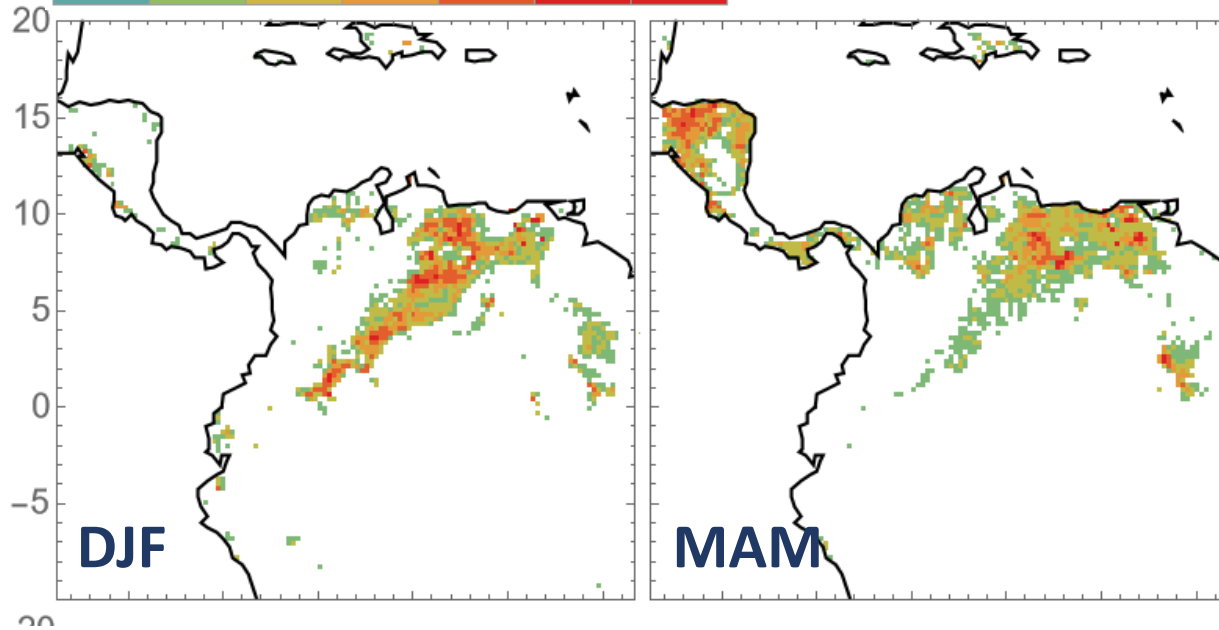
1. Hay una asociación significativa entre las quemadas regionales de biomasa y la concentración de partículas y ozono en diversas ciudades.
2. Estimaciones con un modelo atmosférico de transporte químico sugiere un enorme impacto de la quema de biomasa sobre la calidad del aire regional



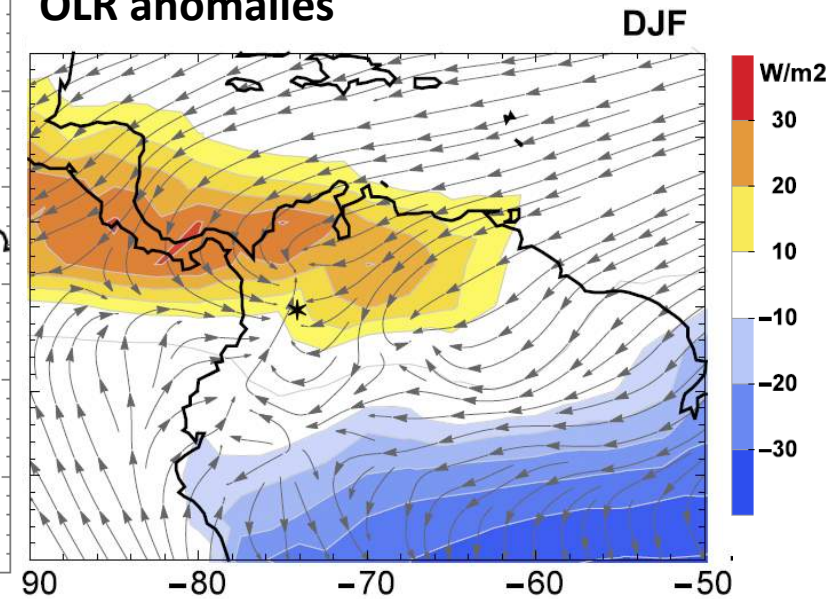
Fuegos: Marcado ciclo anual en la región



5. 10. 20. 30. 50. 70. 90 **FIRMS (fire counts)**



OLR anomalies



Ciclo anual en número de hot-spots en la región, está fuereamente asociado con variaciones periodicas de la precipitación

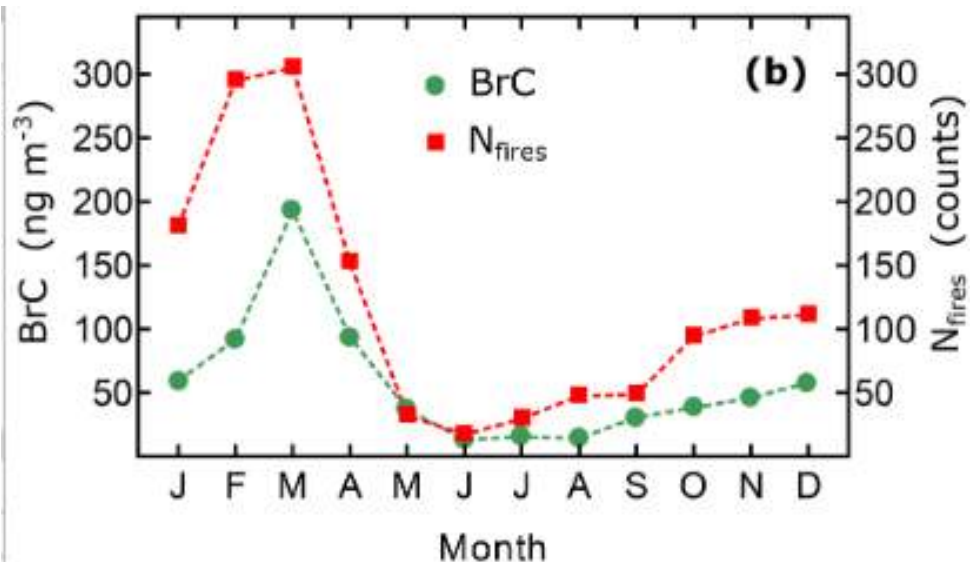
BrC en Bogotá y quema de biomasa regional



Three years of BC/BrC measurements in Monserrate, Bogotá



La correlación entre BrC y conteo de hot-spots es mayor cuando consideramos los fuegos en toda la region.



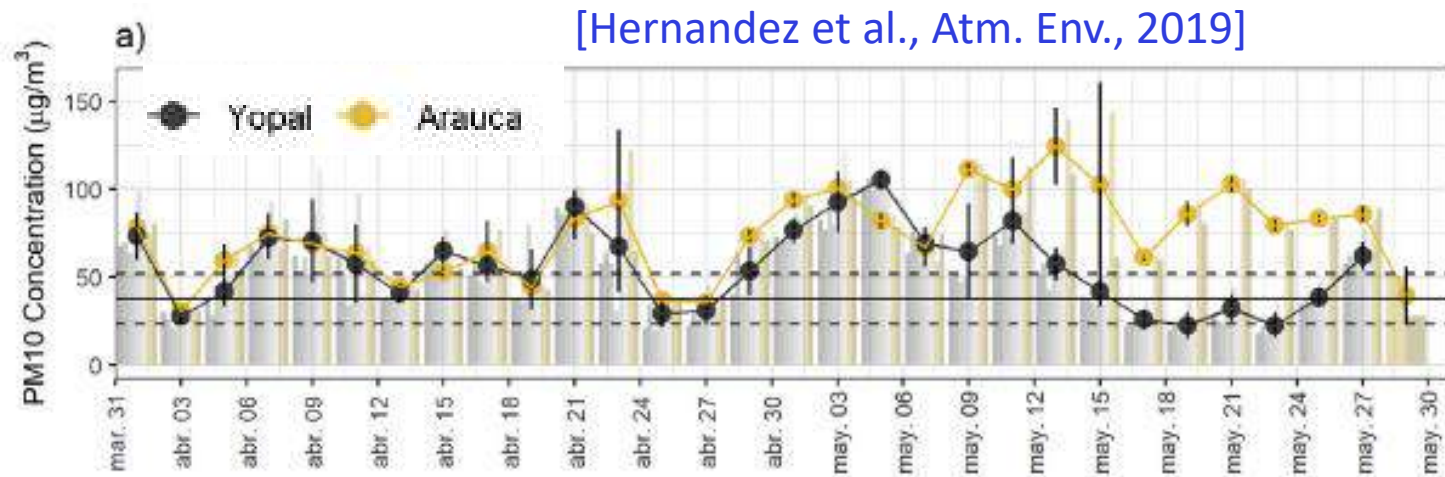
[Rincón-Riveros et al., ACP, 2020]

MODIS fire counts	BrC	
	Mov. avg.	Daily
600 < R < 1000 km	0.570	0.443
400 < R < 600 km	0.556	0.368
R < 1000 km	0.554	0.448
All fires (> 75 %)	0.545	0.419
R < 600 km	0.521	0.369
200 < R < 400	0.495	0.334
1000 < R < 1500	0.454	0.251
Upwind fires	0.454	0.352
R < 400 km	0.453	0.316
R < 200 km	0.173	0.107

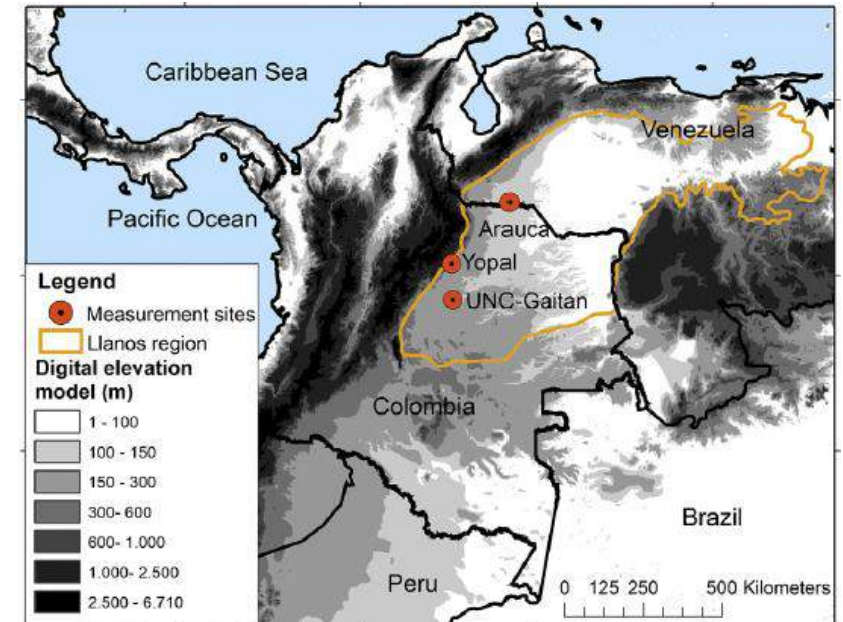
¿Qué hemos aprendido sobre quema de biomasa y Calidad del aire en la región?



- El impacto en ciudades más cercanas a las fuentes, es por supuesto, mucho mayor



[Hernandez et al., *Atm. Env.*, 2019]

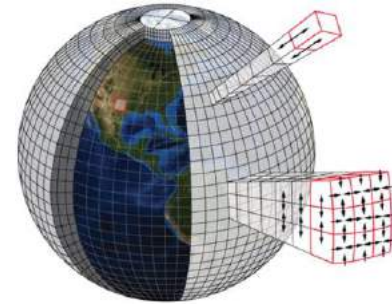


2. Modelación atmosférica regional

WRF-Chem

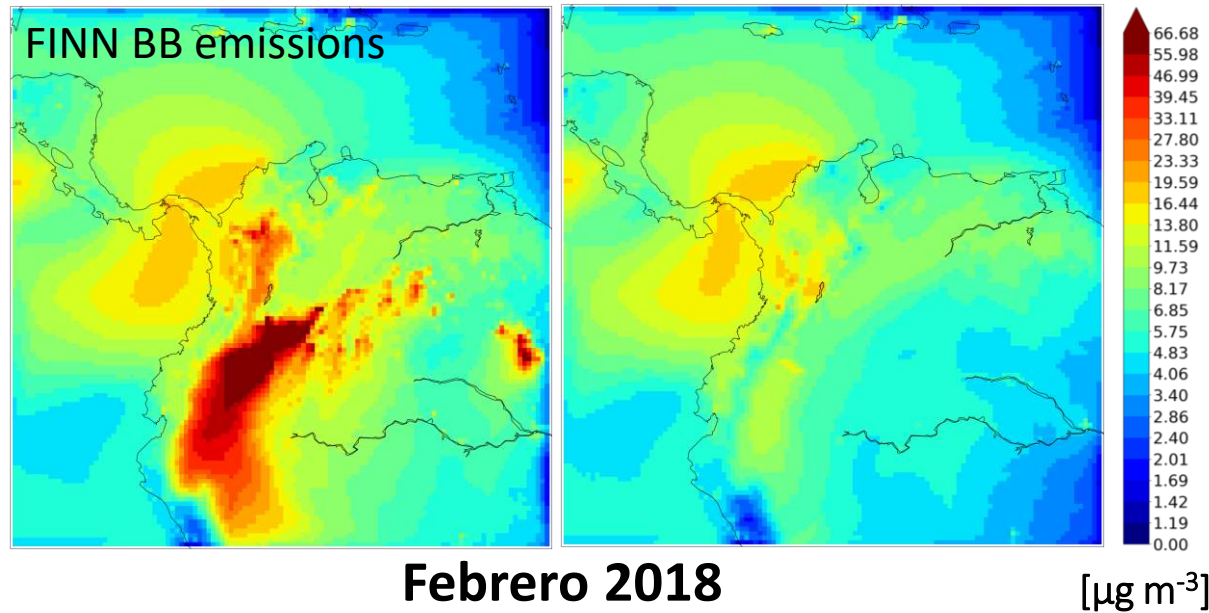


Atribución del impacto de fuentes de emisión a escala regional usando modelos atmosféricos de transporte químico



Base

Sin quemas

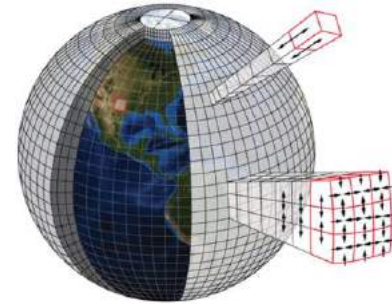


2. Modelación atmosférica regional

WRF-Chem



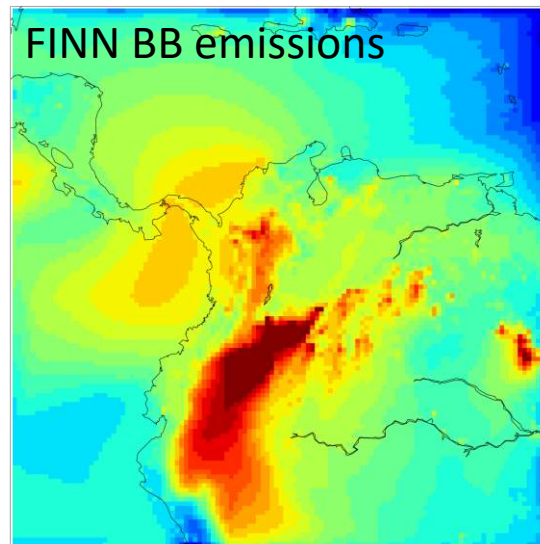
Atribución del impacto de fuentes de emisión a escala regional usando modelos atmosféricos de transporte químico



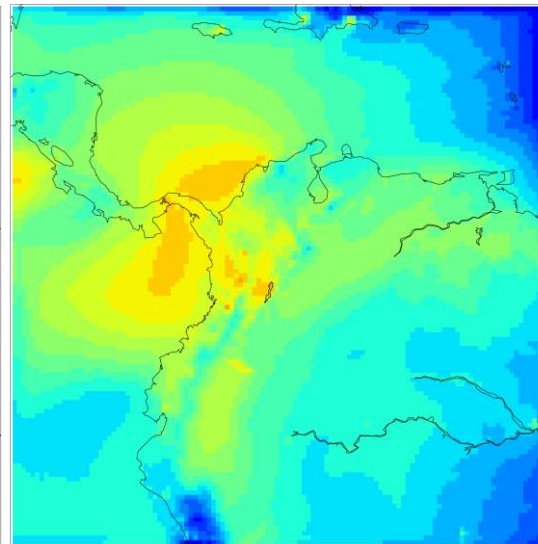
Base

— Sin quemas

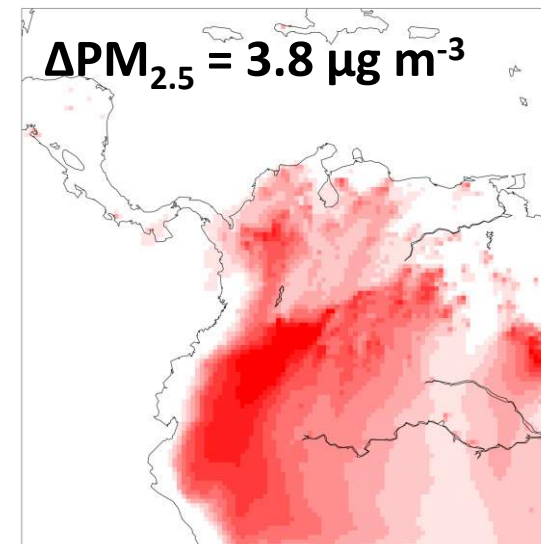
= ΔC_{Fire}



Febrero 2018



$[\mu\text{g m}^{-3}]$



Febrero 2018

$[\mu\text{g m}^{-3}]$

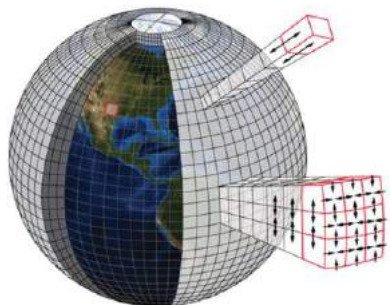
¿Qué hemos aprendido sobre quema de biomasa y calidad del aire en la región?



- La modelación a escala regional sugiere que las emisiones de quema de biomasa son los mayores contribuyentes al background regional de ozono y aerosoles en el norte de suramérica (y por supuesto, en Colombia también).

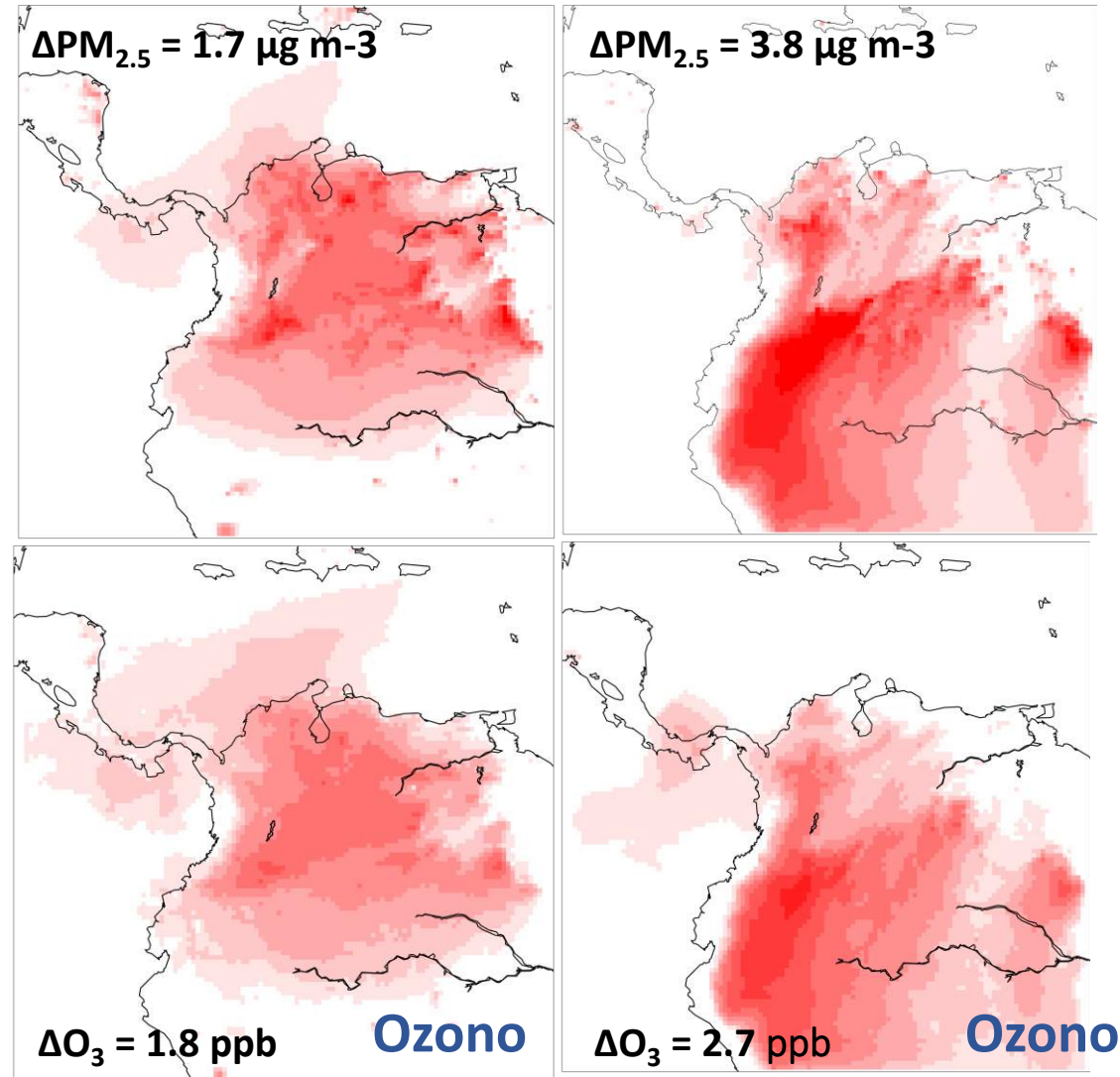
[Ballesteros et al., STOTOEN, 2020]

WRF-Chem



February 2010

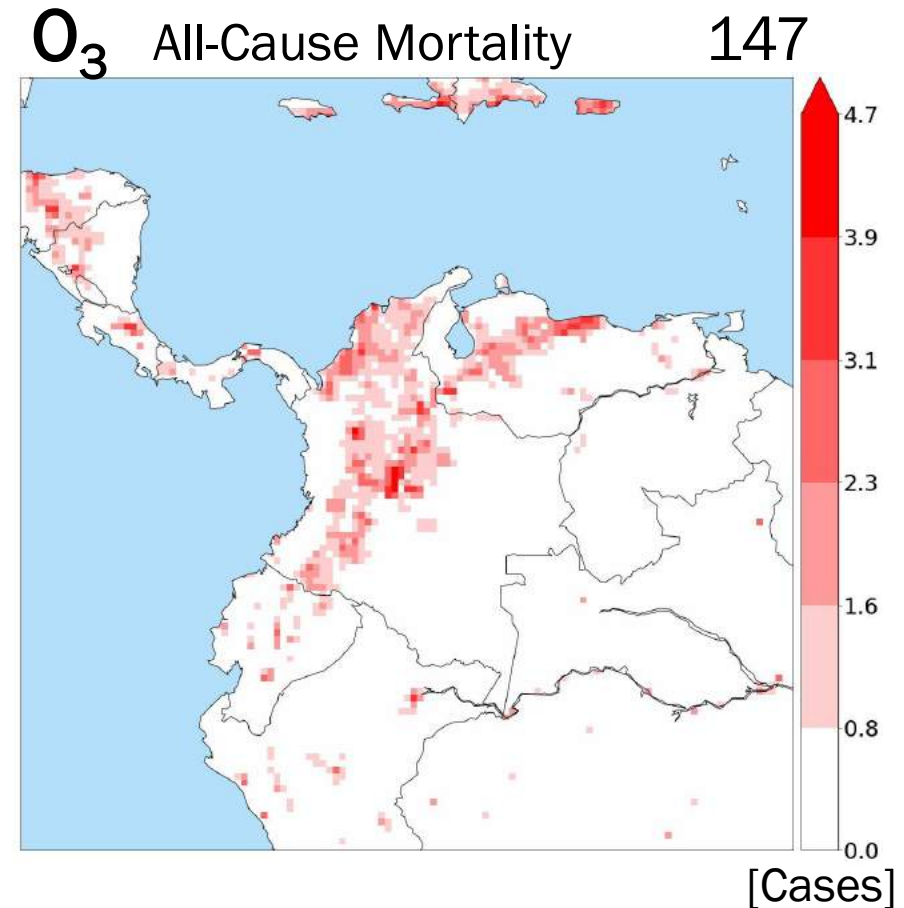
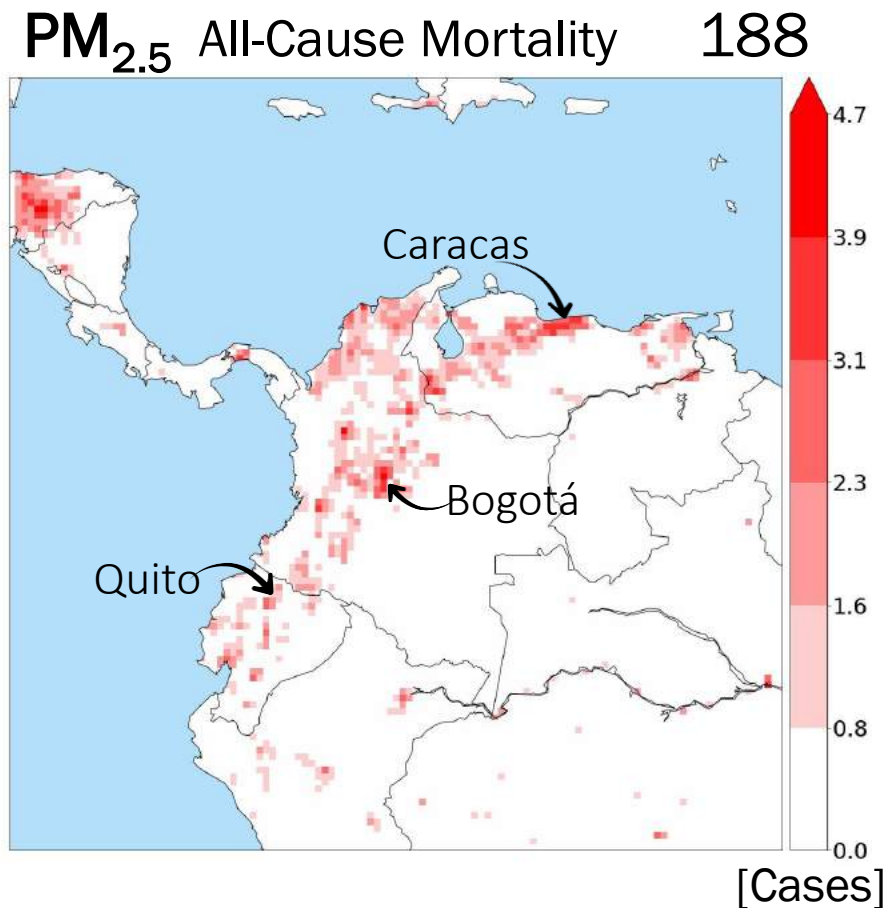
February 2018



¿Qué hemos aprendido sobre quema de biomasa y calidad del aire en la región?

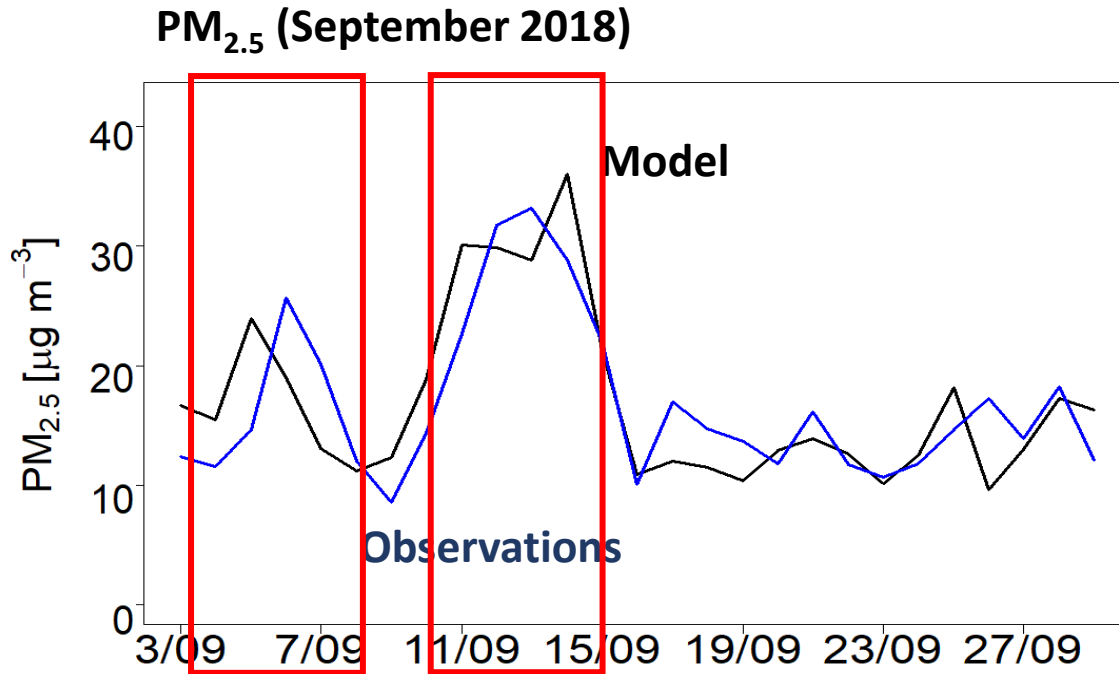


Exceso de muertes debida a la exposición a corto plazo a $PM_{2.5}$ y O_3 atribuible a las emisiones de quema de biomasa para el mes de Febrero de 2018

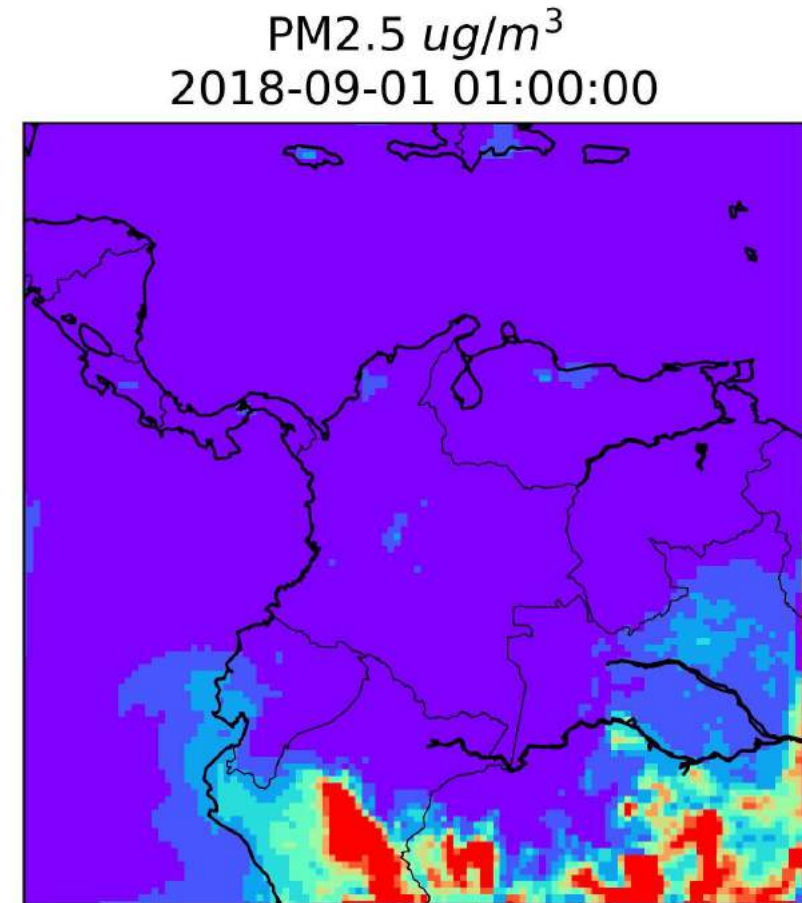


Quema de biomasa en la Amazonía es también relevante

Tipicamente en septiembre / octubre



Fuegos de la Amazonía Brasileña (+2000 km)
impactan también la calidad del aire en Colombia.

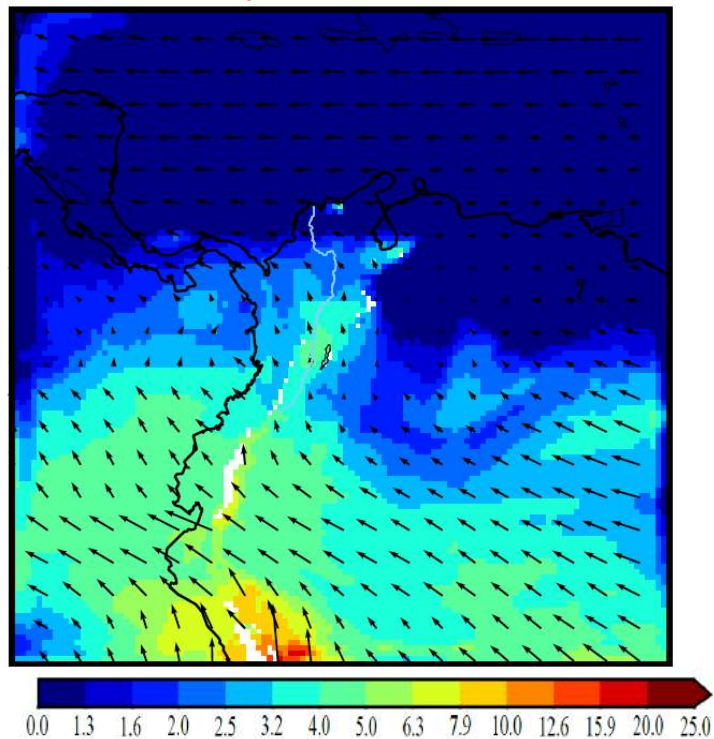


September 2018

Long-range transport of BB plumes is also relevant



Sep 11 to 15

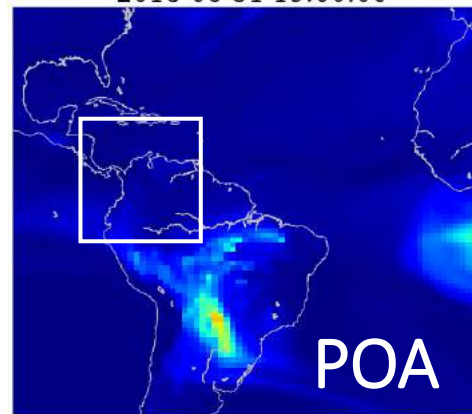


- 1 m s⁻¹

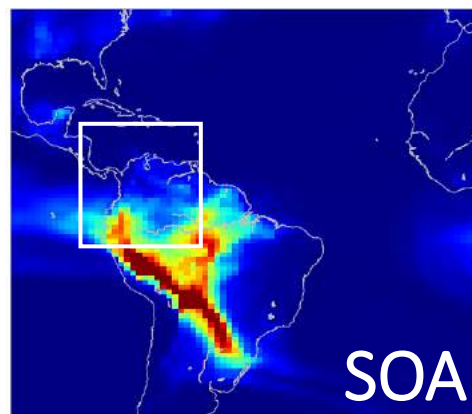
SOA [$\mu\text{g m}^{-3}$]

WRF-Chem simulation results
interpolated at 700 hPa.

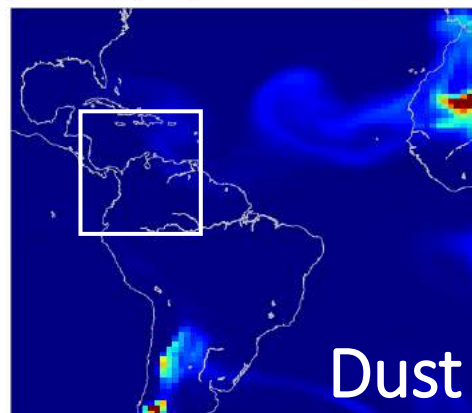
2018-08-31 19:00:00



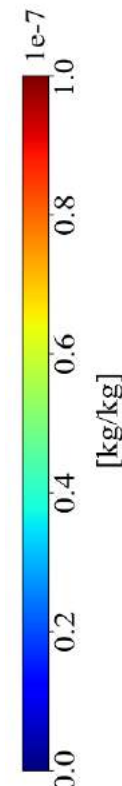
POA



SOA



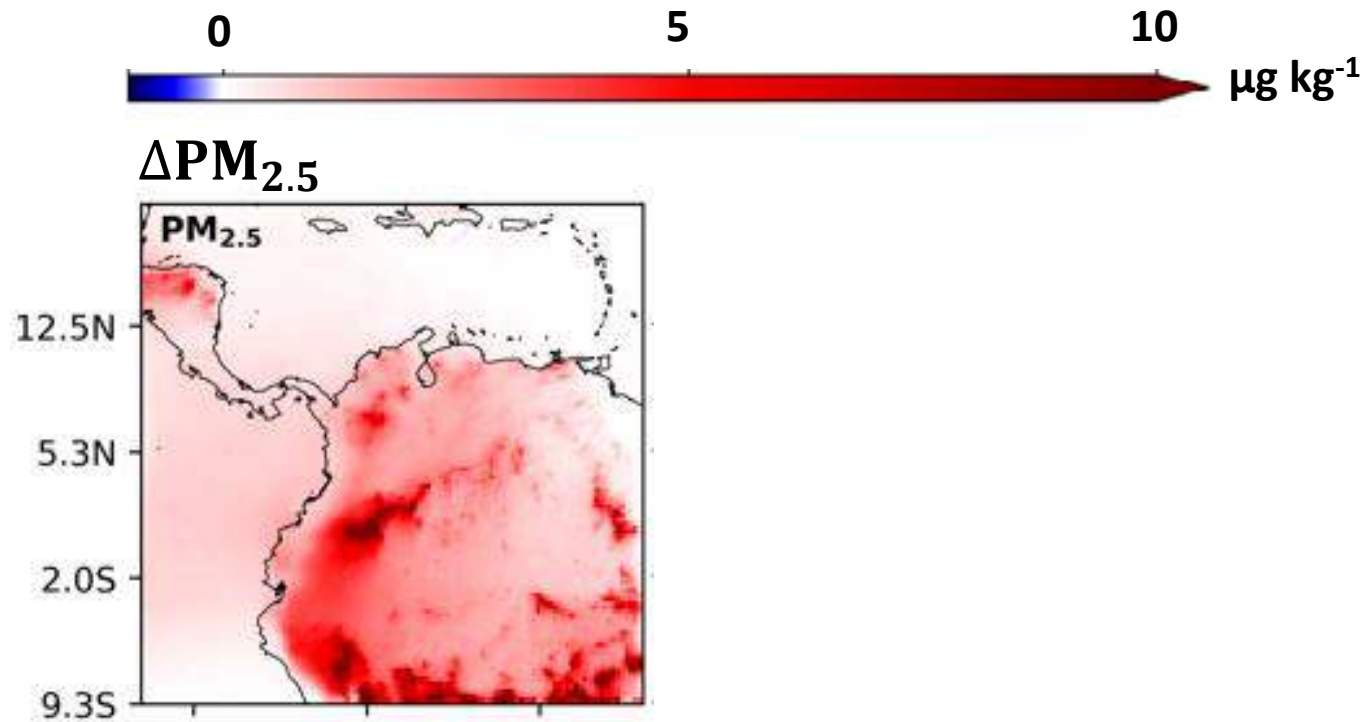
Dust



CAM-Chem
September
2018 POA, SOA,
and dust
aerosol
concentrations.



Estimando el impacto a lo largo de todo el año



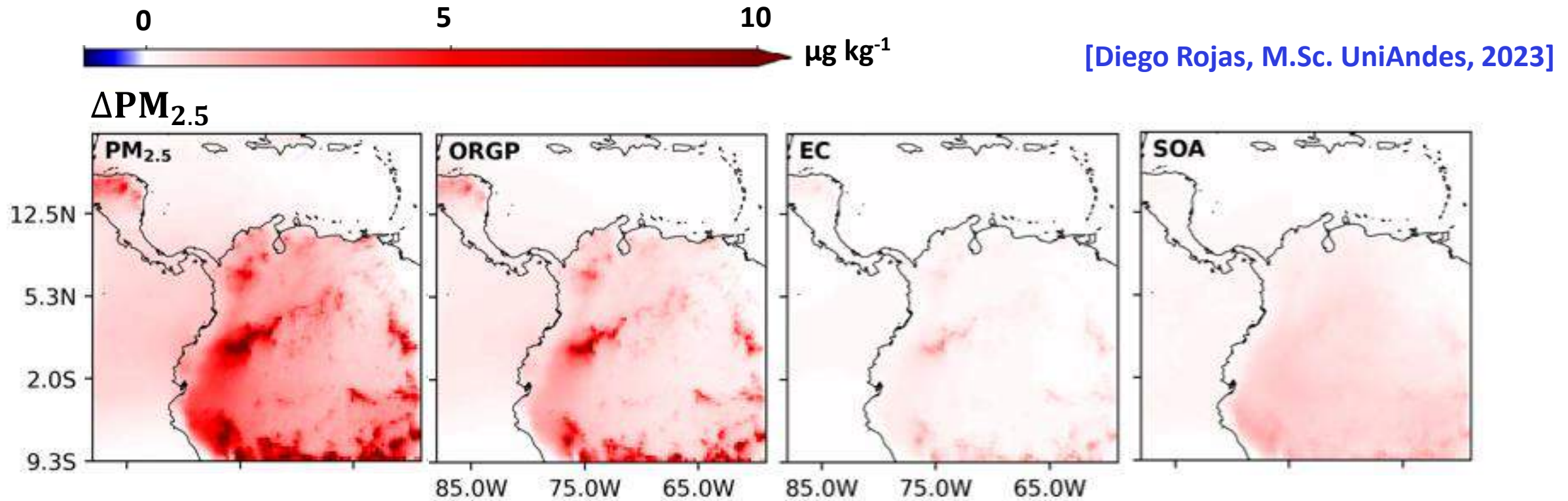
[Diego Rojas, M.Sc. UniAndes, 2023]





PM_{2.5} atribuible a quema de biomasa: promedio anual

- Un año de simulación (2018) con emisiones de quema de biomasa (+ antropogénicas + biogénicas)
- Se generó un escenario de perturbación sin incluir la quema de biomasa

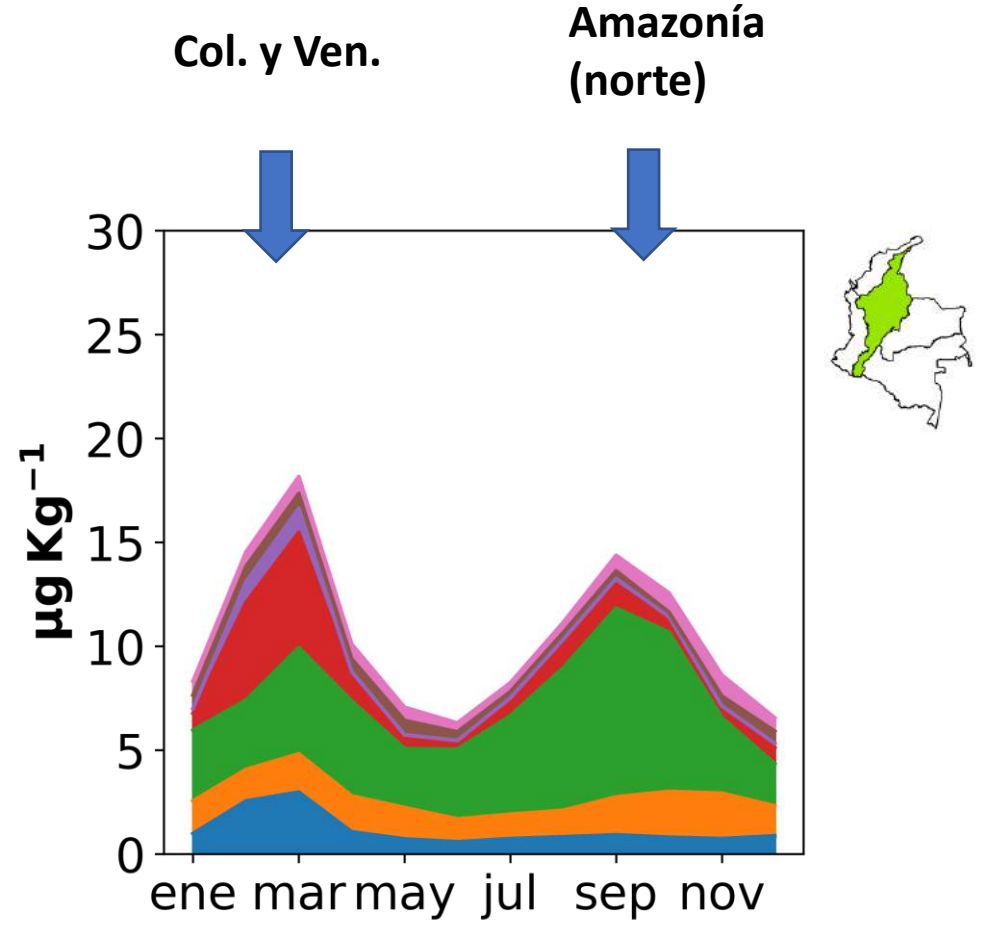
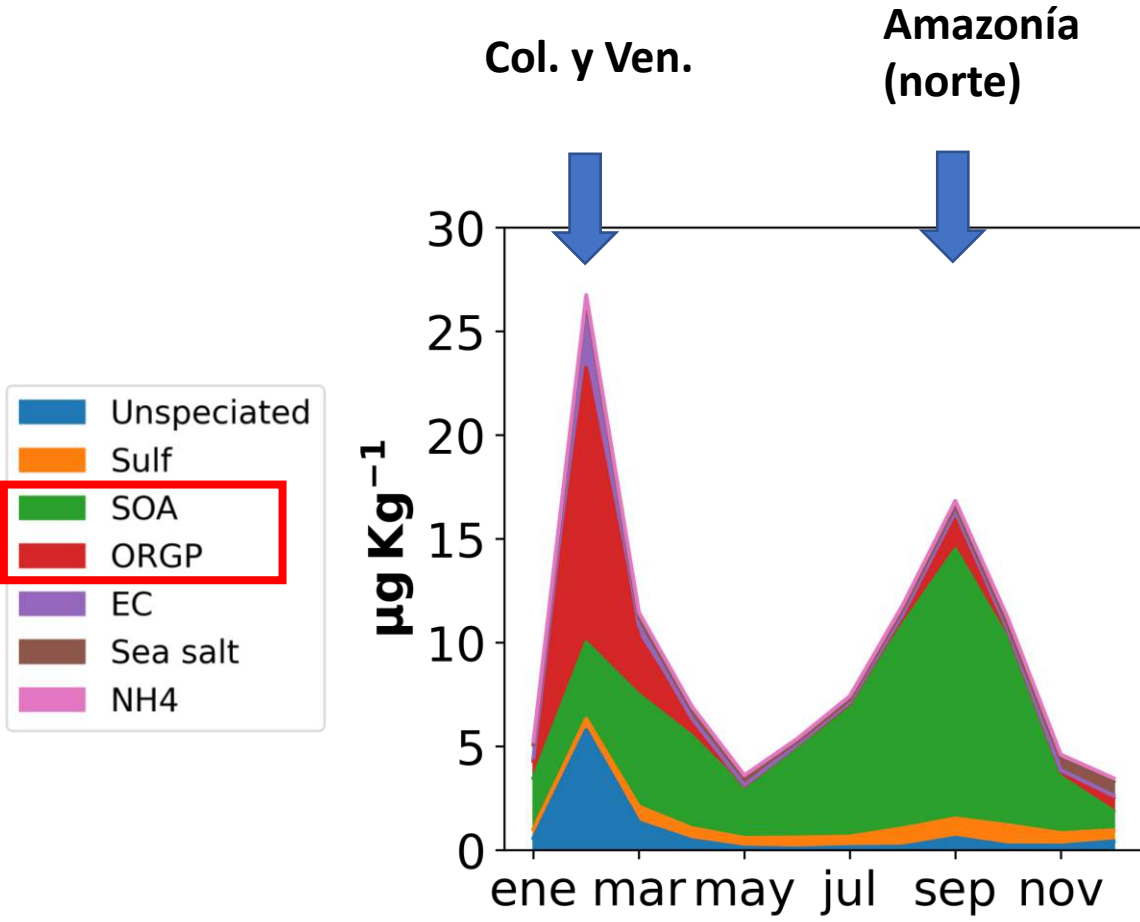


- Aerosoles orgánicos primarios y EC dominan cerca de las zonas Fuente
- SOA es prevalente en todo el dominio





Ciclo anual de PM_{2.5}



[Fuente: Diego Rojas
Charla de hoy a las 7:45 am]



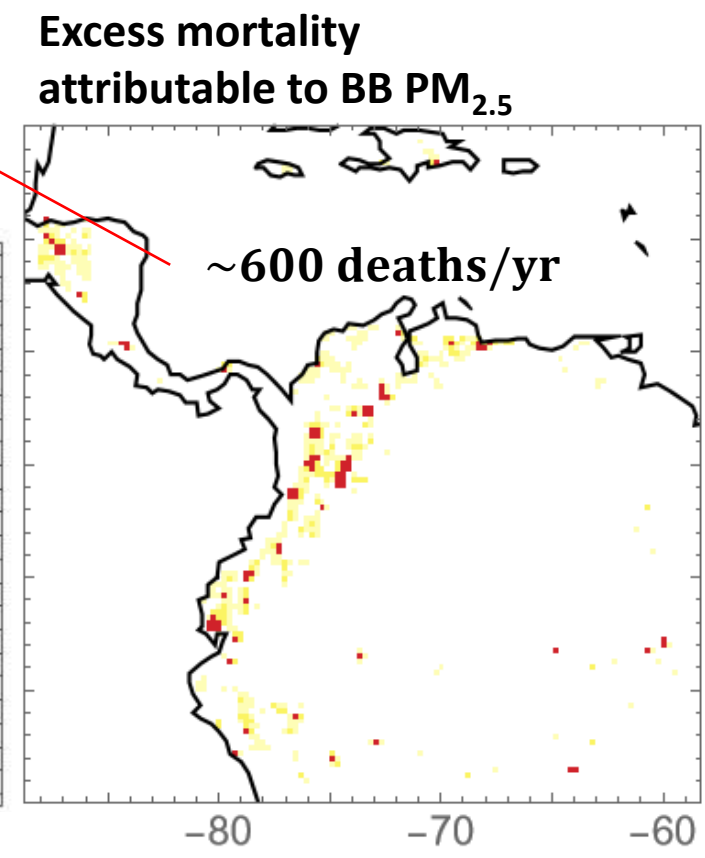
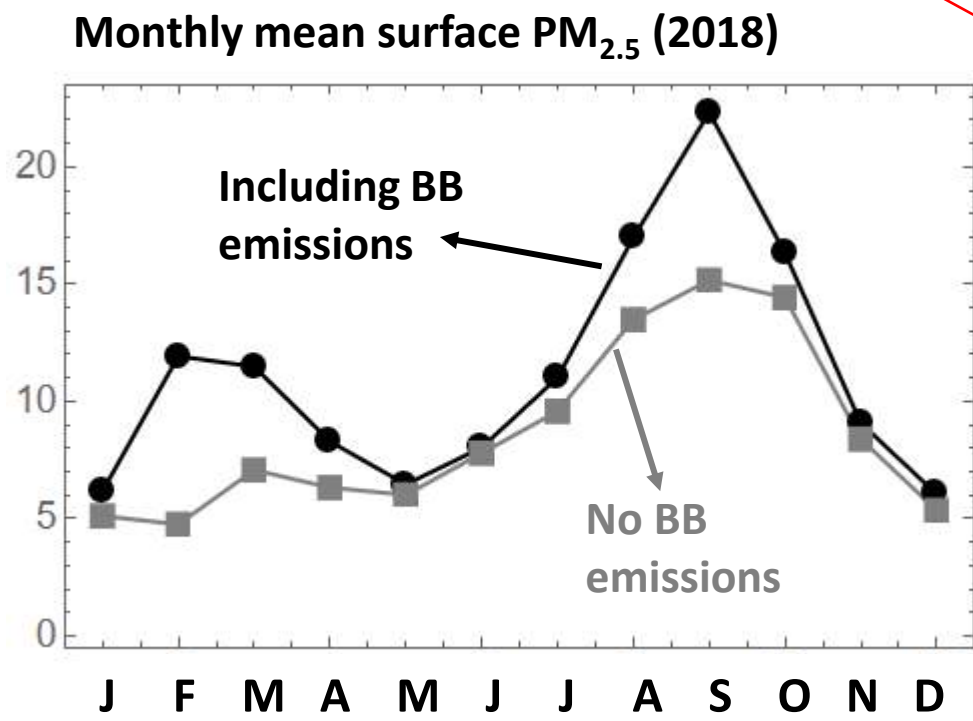
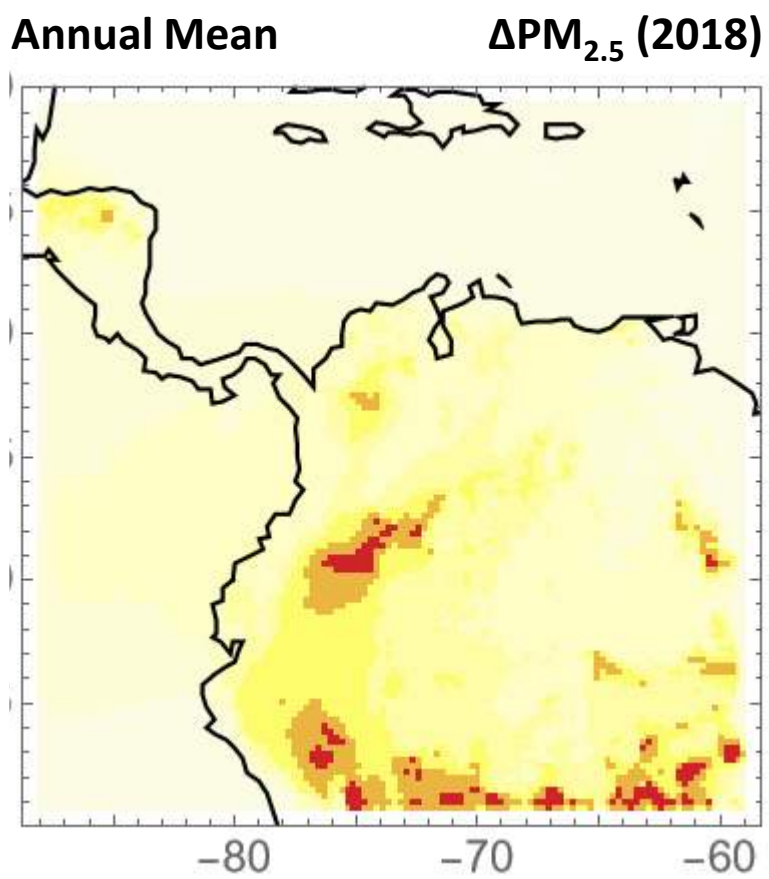
Estimating health outcomes: Attribution of premature mortality to BB PM_{2.5}

1 year simulation with
and without BB emissions



[Diego Rojas, M.Sc. UniAndes, 2023]

¡Solamente considerando la mortalidad asociada a exposición a corto plazo!



Parte 2: Emisiones GEI en Colombia



- 1. Las emisiones de GEI en Colombia están dominadas por el sector de cambio en el uso de la tierra**
- 2. El compromiso nacional de Colombia ante la UNFCCC requiere una reducción drástica de la deforestación**

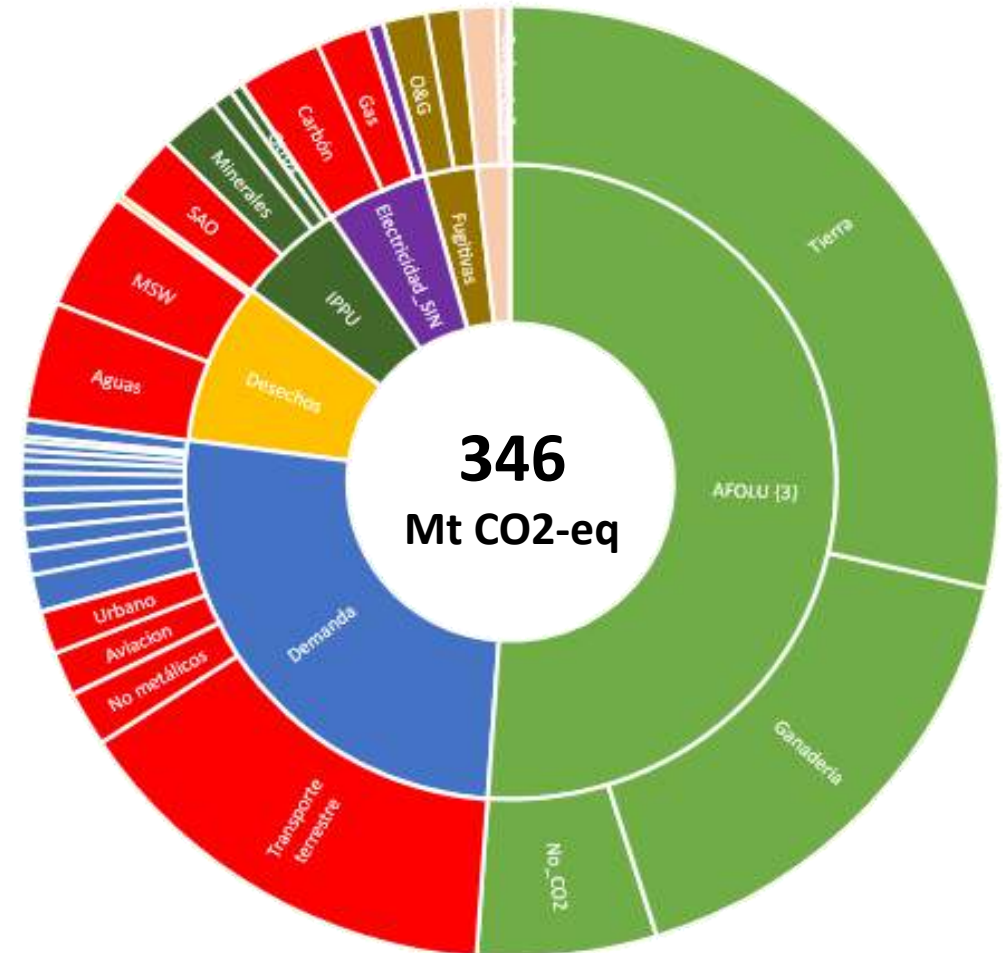




Parte 2: Emisiones GEI en Colombia

Las emisiones GEI en Colombia están fuertemente dominadas por el sector de Agricultura, silvicultura, y otros usos de la tierra (AFOLU).

Distribución de emisiones de GEI para Colombia según un escenario tendencial en 2030

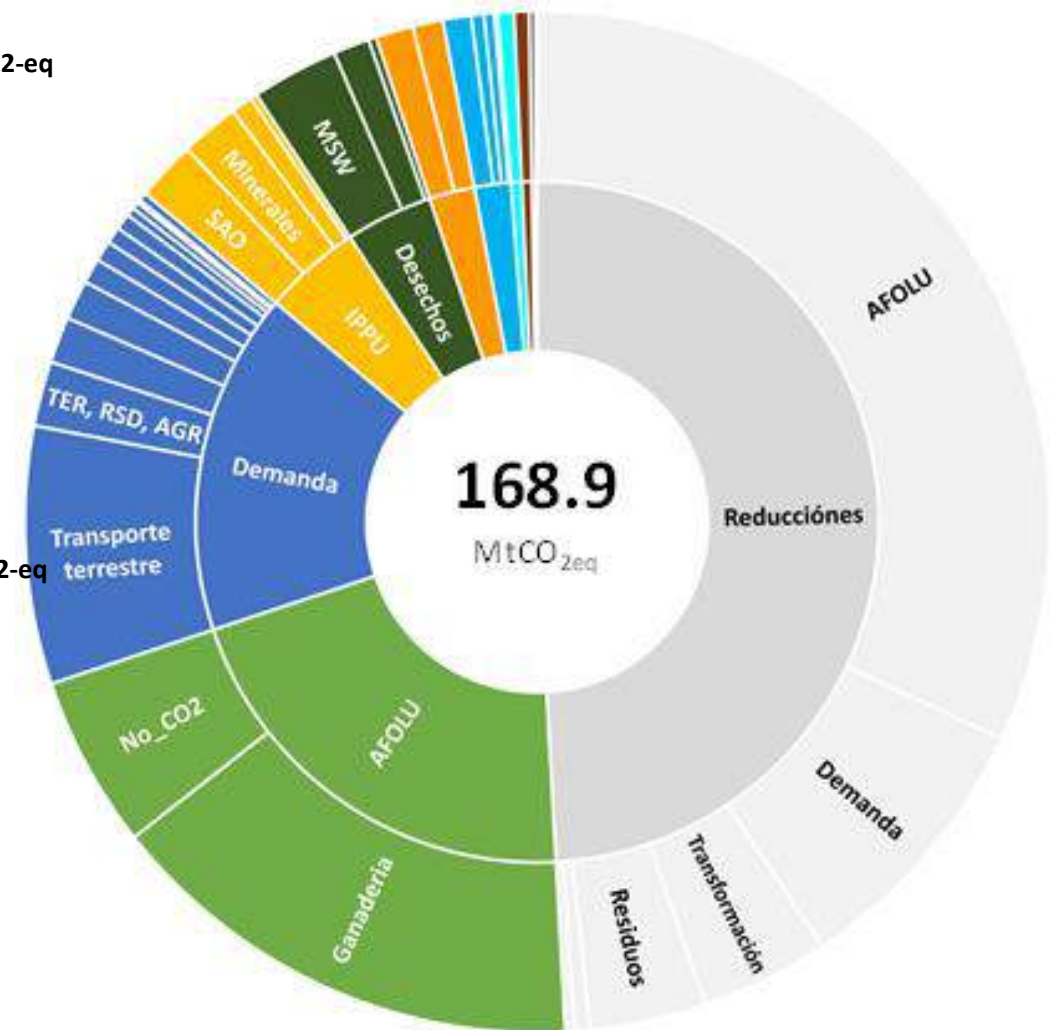
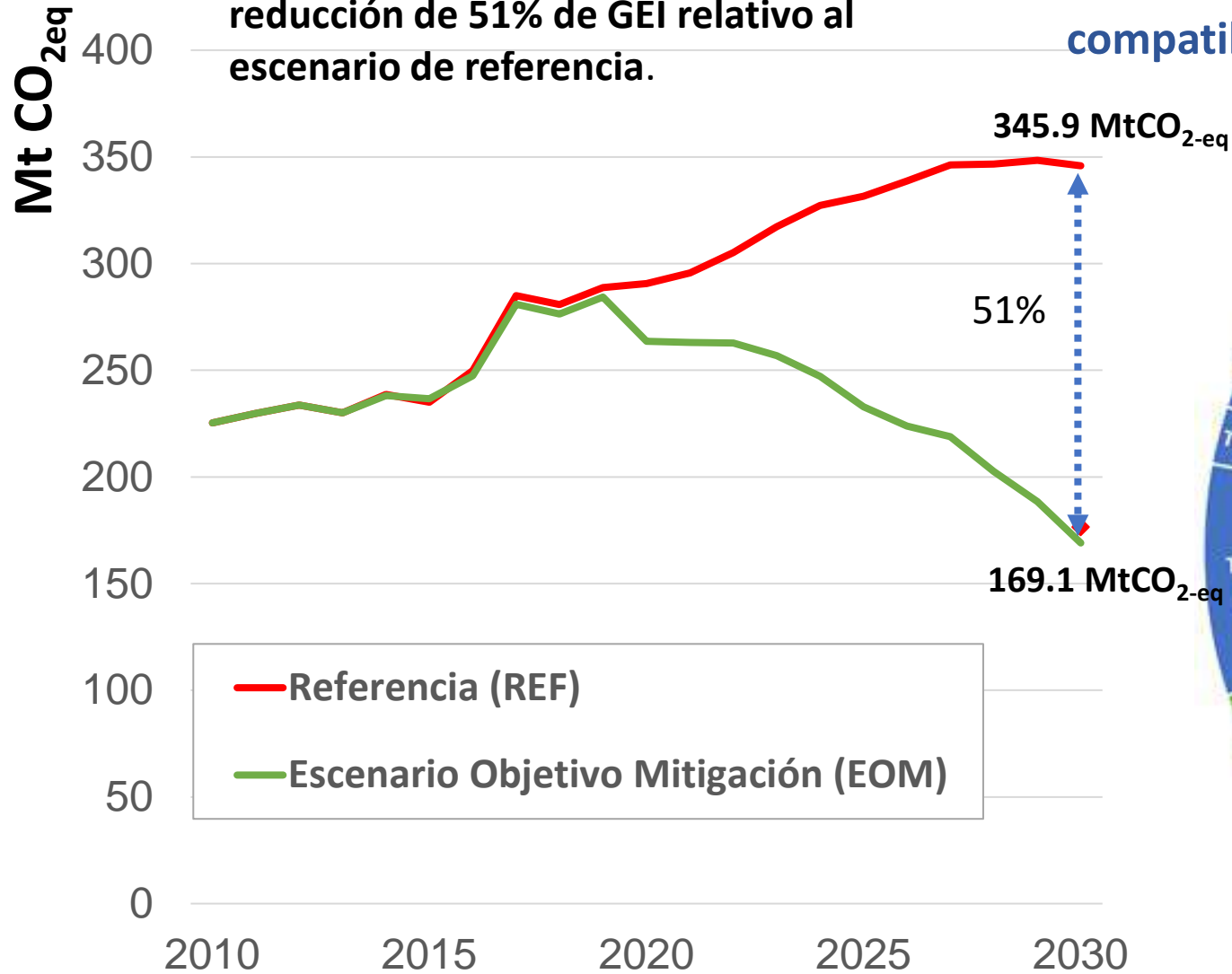




NDC-2020: Mitigación emisiones GEI en Colombia

- El compromiso de Colombia es una reducción de 51% de GEI relativo al escenario de referencia.

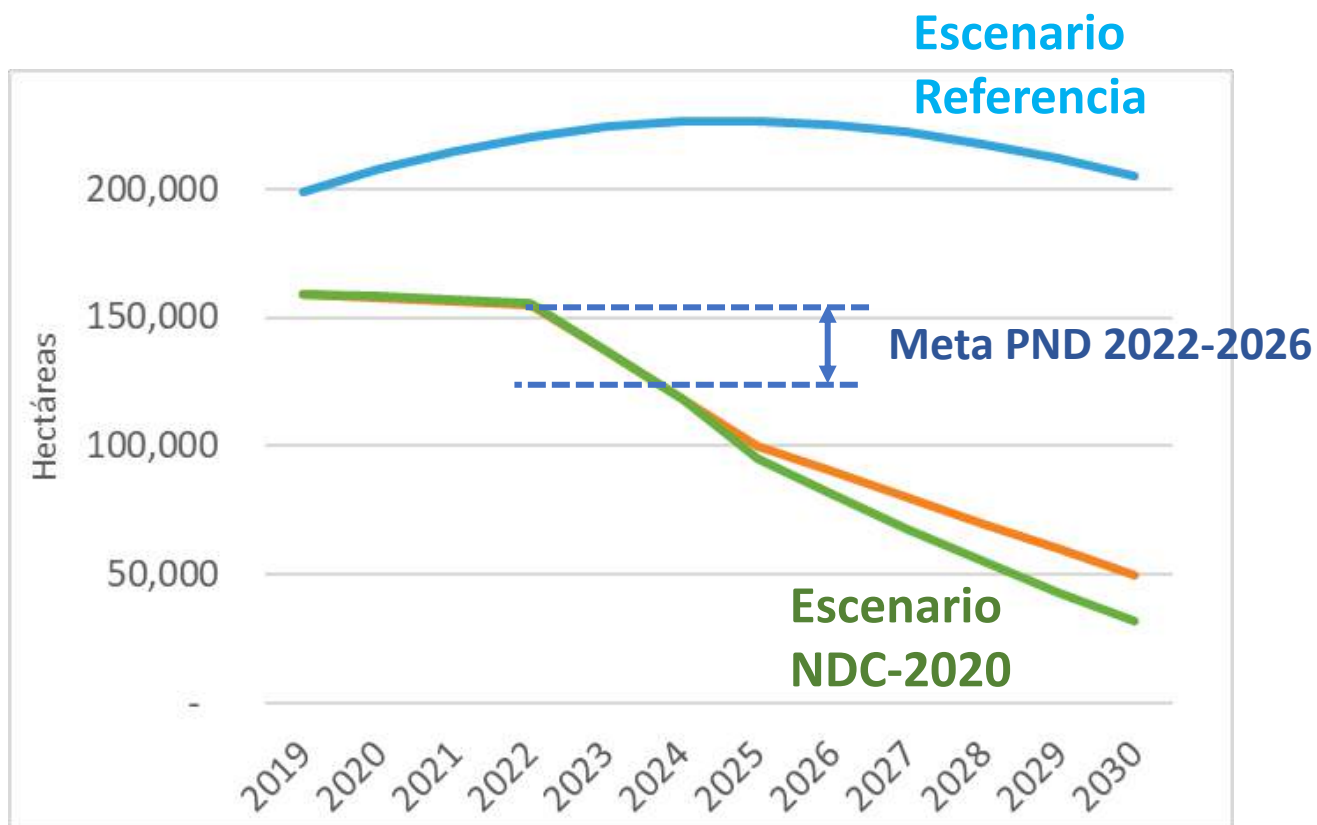
Distribución de emisiones de GEI para Colombia compatibles con el compromiso NDC a 2030





Acción de mitigación asociada al control de la deforestación:

Reducir el área anual deforestada de 217 kHa/año a 37.5kHa/año en 2030, acompañado de una trayectoria de reducción temprana del área anual deforestada

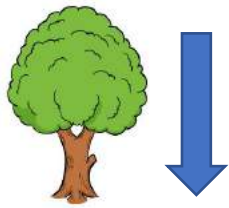


- Las emisiones evitadas a 2030 relacionadas con el control de la deforestación representa cerca del 64% de las emisiones totales evitadas a 2030.
- No es posible cumplir con el escenario de reducción de emisiones sin una implementación exitosa de políticas de control de la deforestación

Deforestación: Potenciales co-beneficios en calidad del aire...



- Cuantificar el impacto en calidad del aire que se producirían al cumplir con los objetivos de la política climática (reducción del 83% de la tasa anual de deforestación para 2030)



Deforestation



**Fires in
forested areas**



Air quality



**Negative health
outcomes**

- Vincular los impactos que se sentirían en las grandes ciudades (centros de decisión) y las políticas climáticas ayudaría a profundizar los esfuerzos para cumplir con esos compromisos.

Parte 3: Retos para estimar los co-beneficios del control de la deforestación

- Determinar la distribución espacial de los fuegos asociados con procesos de deforestación
- Cuantificar las emisiones (y su distribución) asociadas con la deforestación
- Cuantificar, mediante modelación regional de transporte químico, su impacto sobre la Calidad del aire

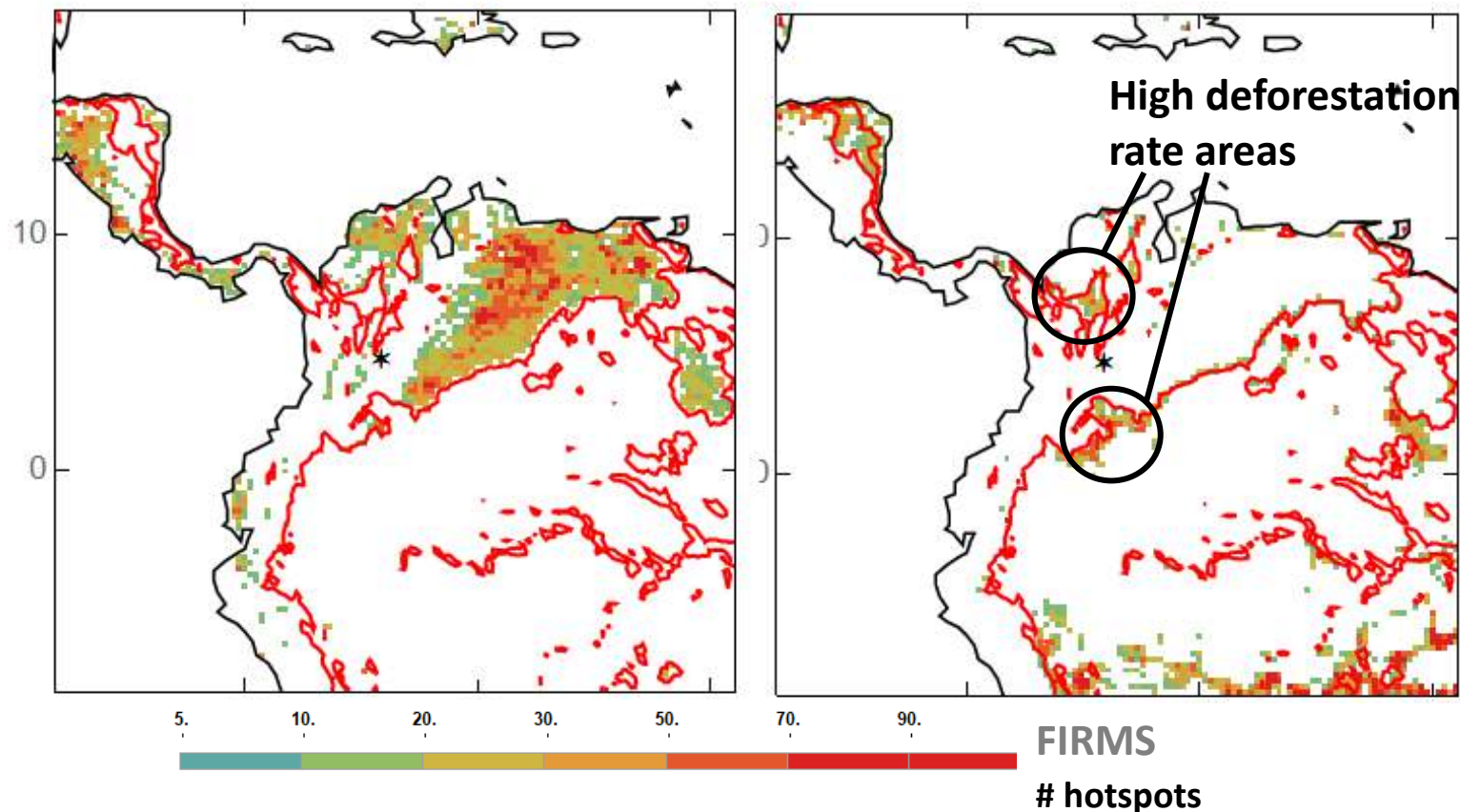


Coincidencia espacial con zonas de altas tasas de deforestación

La mayoría de fuegos en las zonas de bosque ocurren en áreas de alta deforestación (probablemente antropogénicos).

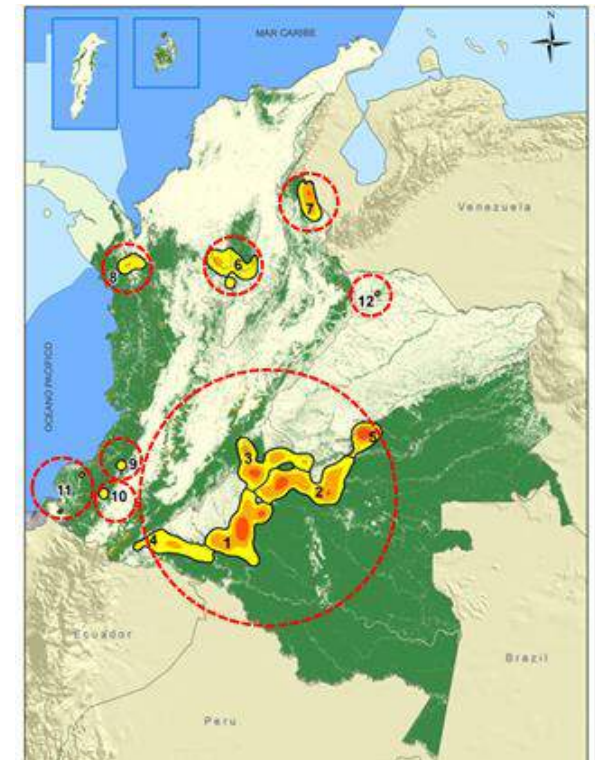
Savanna / Grassland

Forested areas



Según el SMByC, cerca de **200,000 ha de bosque se pierden por deforestación cada año en Colombia!**

source: IDEAM



Emisiones vs. número de eventos



0 1 2 5 12 27 61 138 309 690

FINN BC emissions

10^3 kg/month

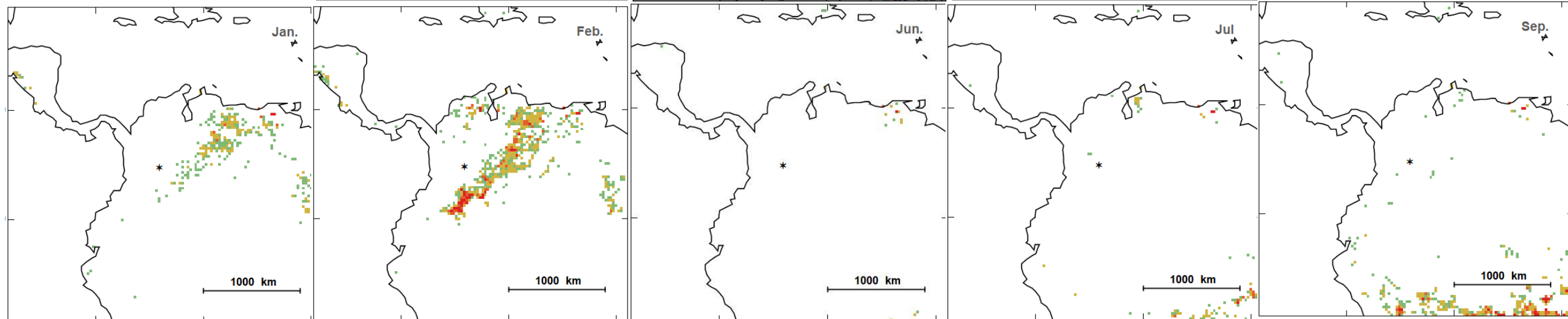
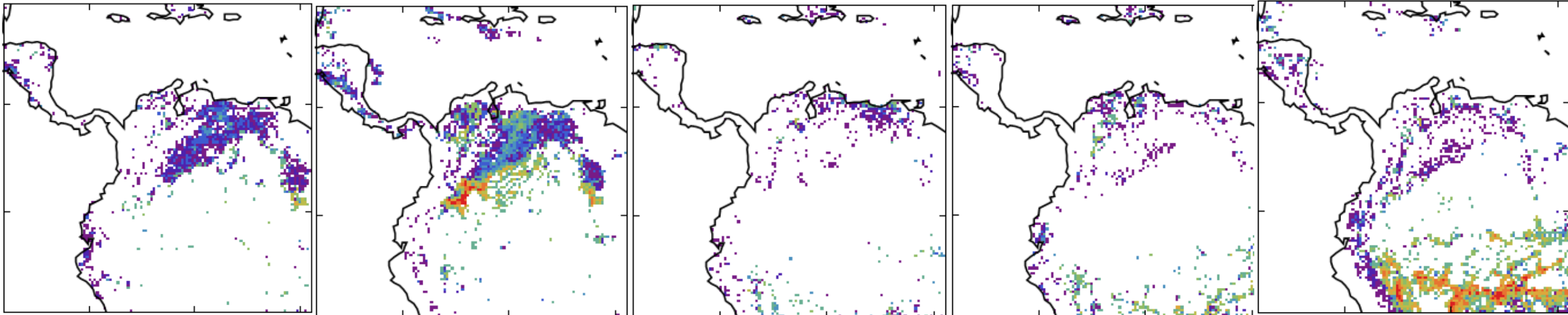
January

February

June

July

September



5. 10. 20. 30. 50. 70. 90.

FIRMS

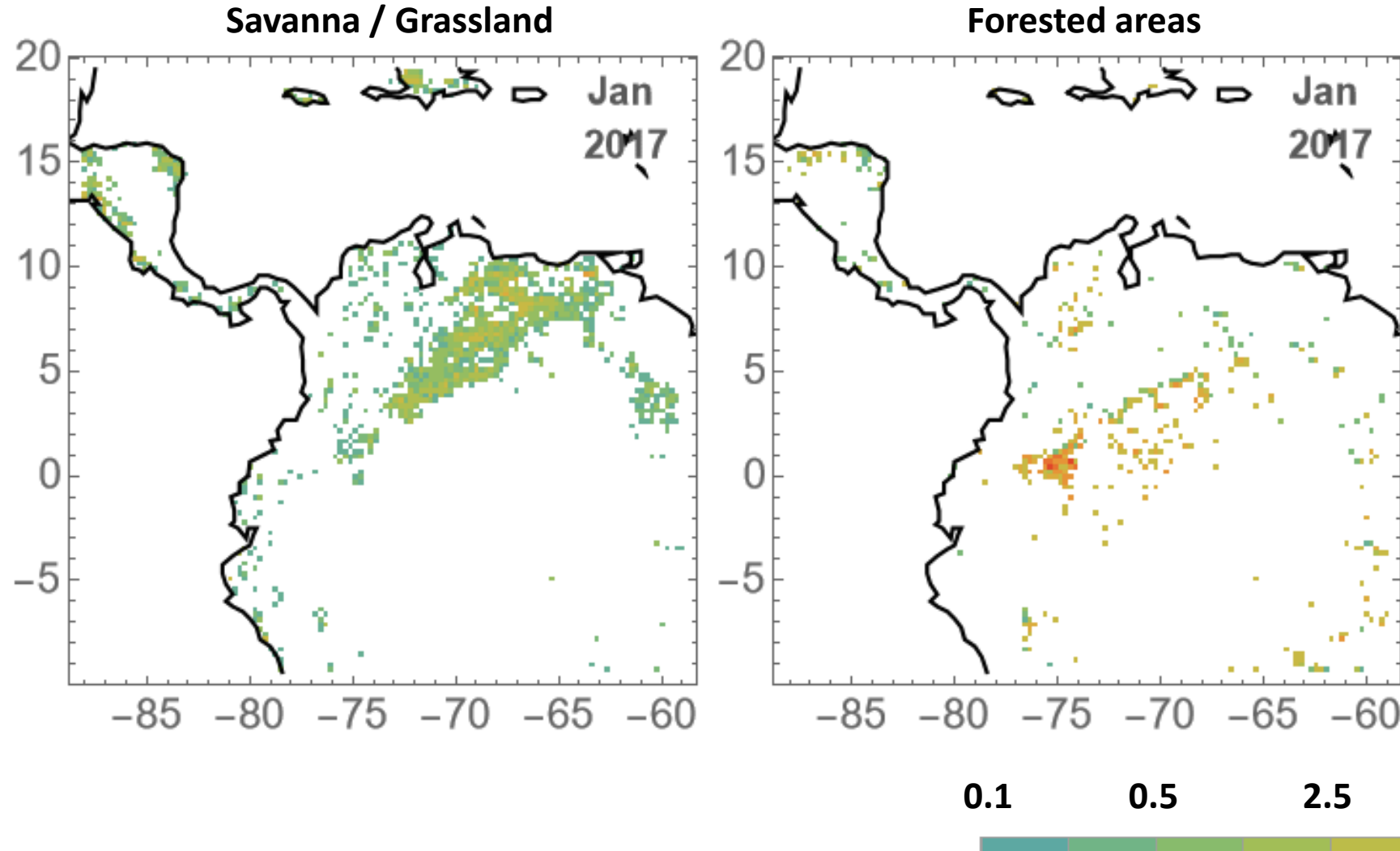
hotspots

Determinación de emisiones asociadas con deforestación:

Separar las emisiones de Sabanas/Pastizales de aquellas en Bosque Tropical

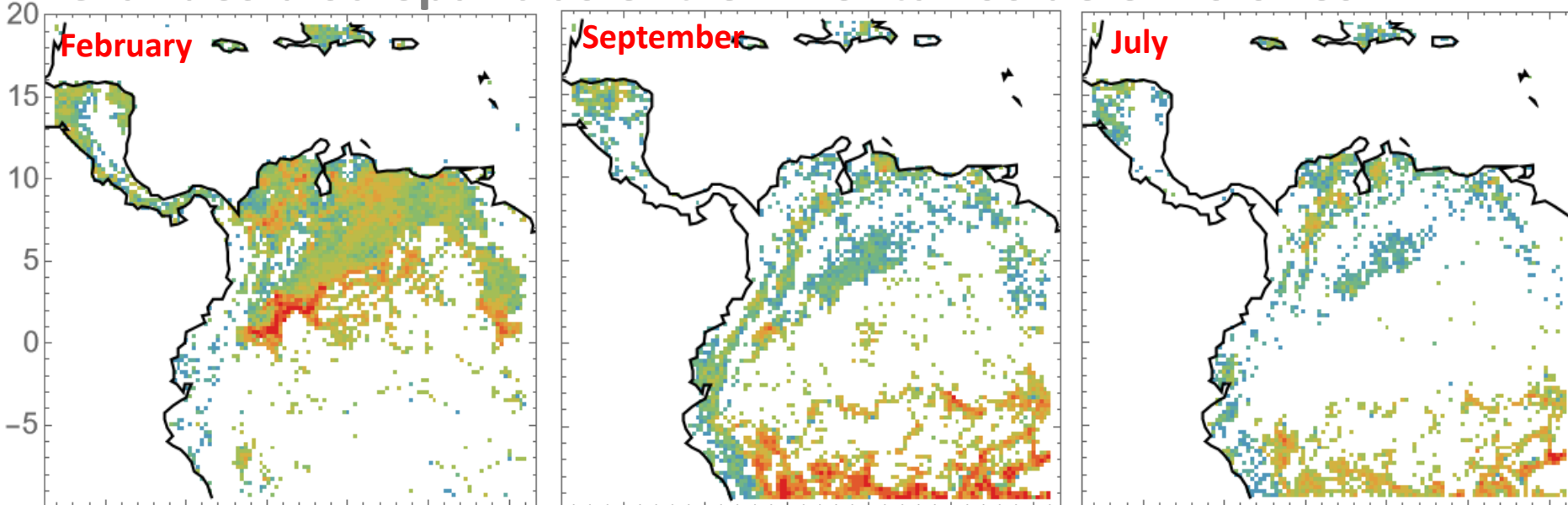


FINNv1.5



Retos para estimar los co-benefits en calidad del aire: Grandes discrepancias entre inventarios de emisiones

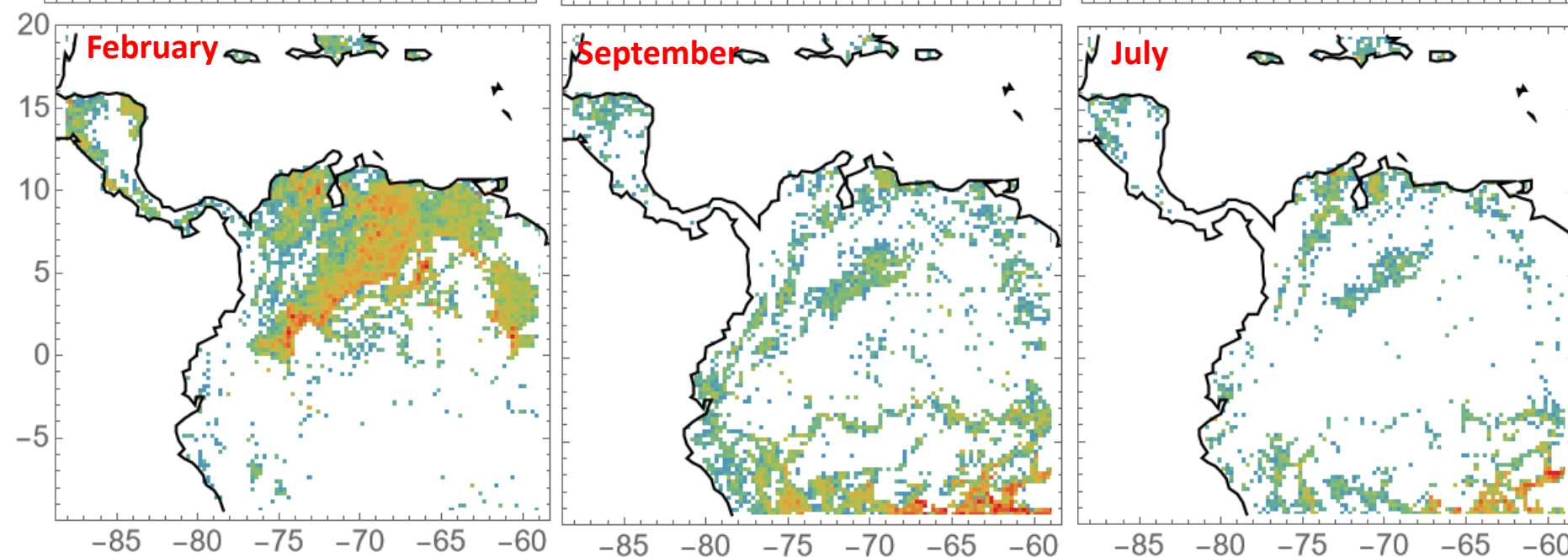
Mean emissions 2017-2020



FINNv1.5

Wiedinmyer et al., 2011

130,000 TonBC/yr



GFEDv4

van der Werf et al. 2010

68,774 TonBC/yr

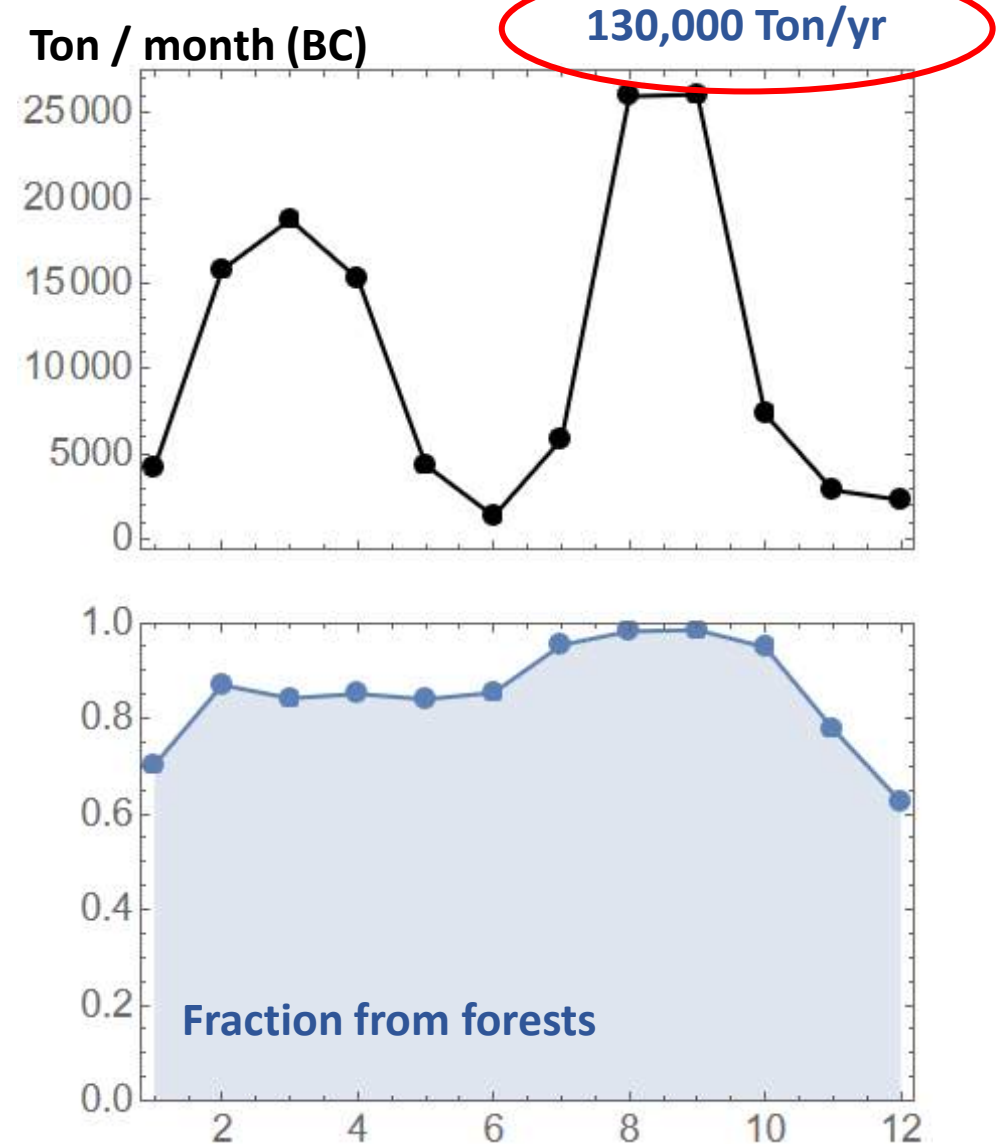
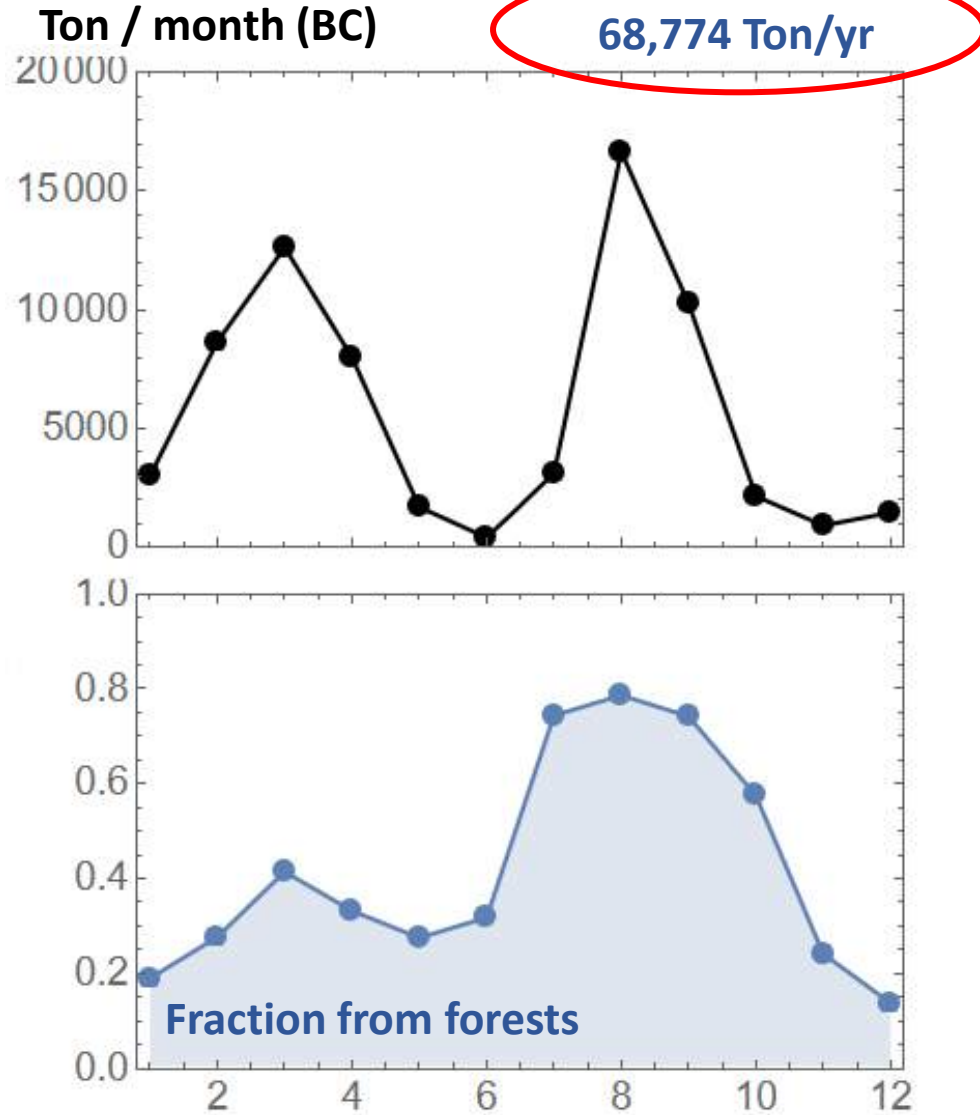
Alta variabilidad entre inventarios de emisiones



GFEDv4

Promedio anual 2017//2020

FINNv1.5



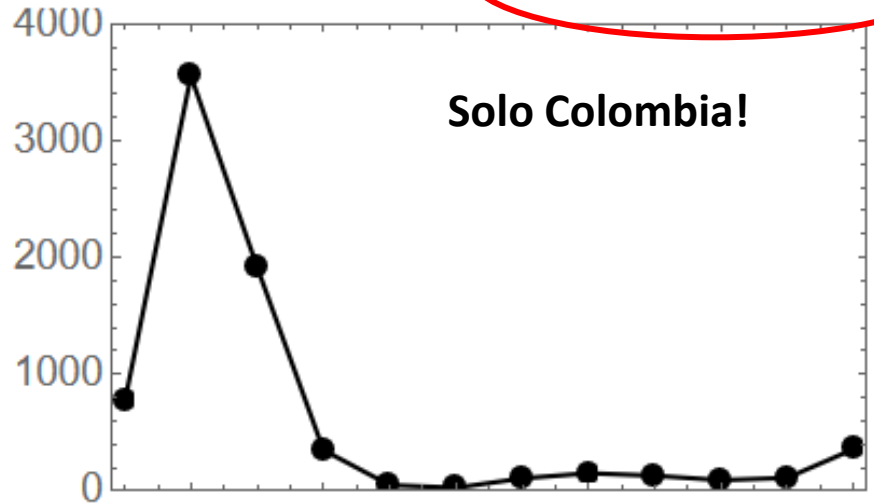
Alta variabilidad entre inventarios de emisiones



Promedio anual 2017//2020

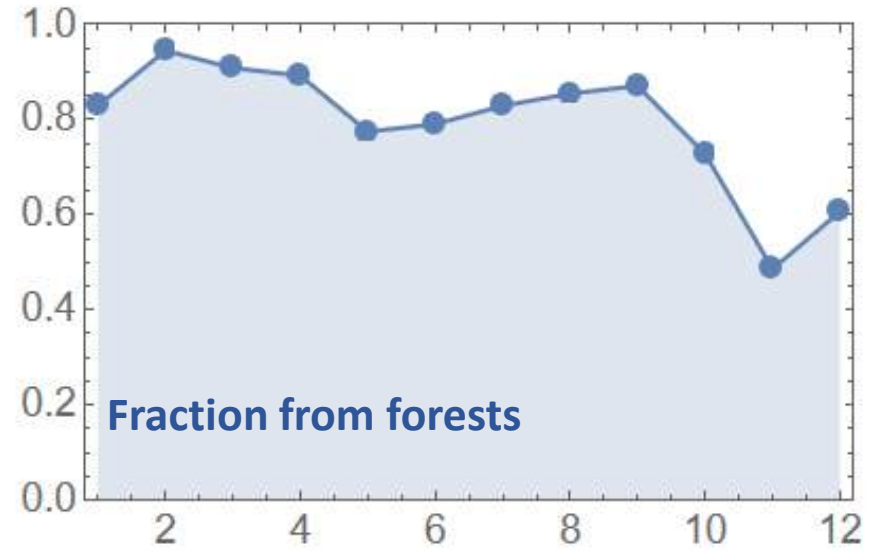
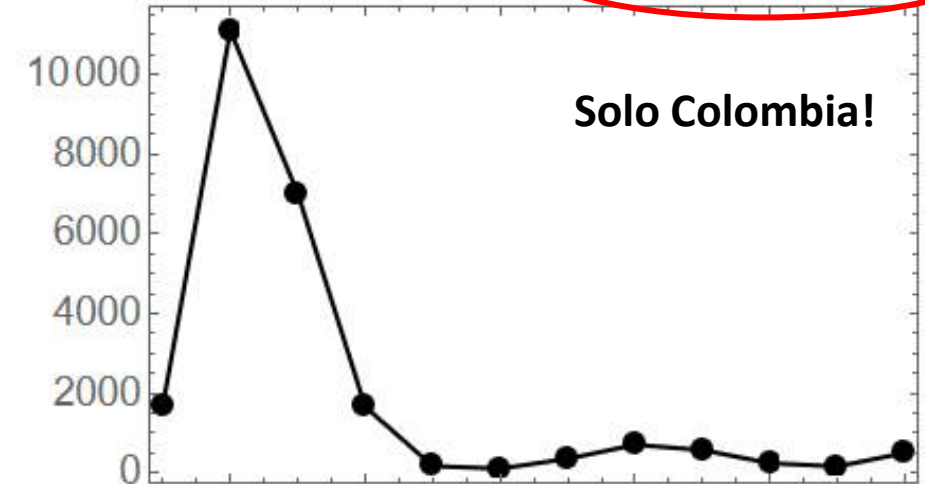
Ton / month (BC)

7590 Ton/yr



Ton / month (BC)

24,280 Ton/yr



¿cómo explorar el impacto en calidad del aire de diversos escenarios de emisiones de quema de biomasa?

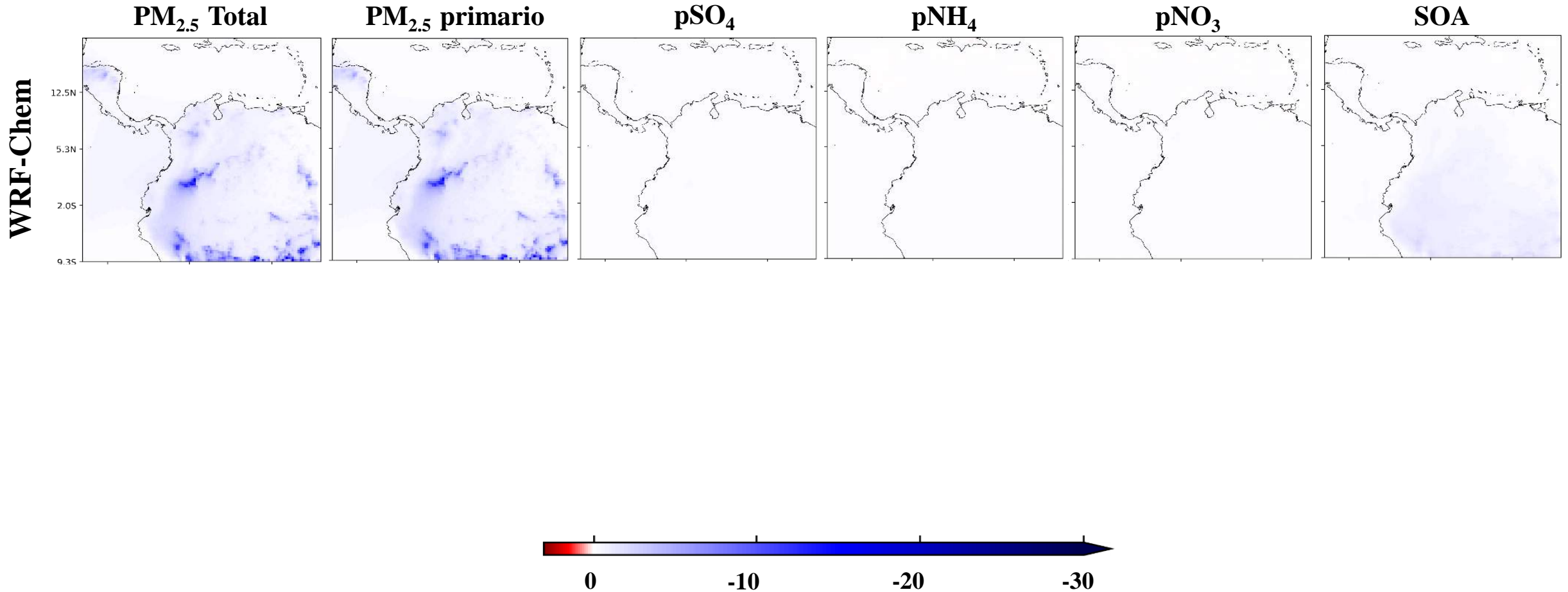


Poster #152_4

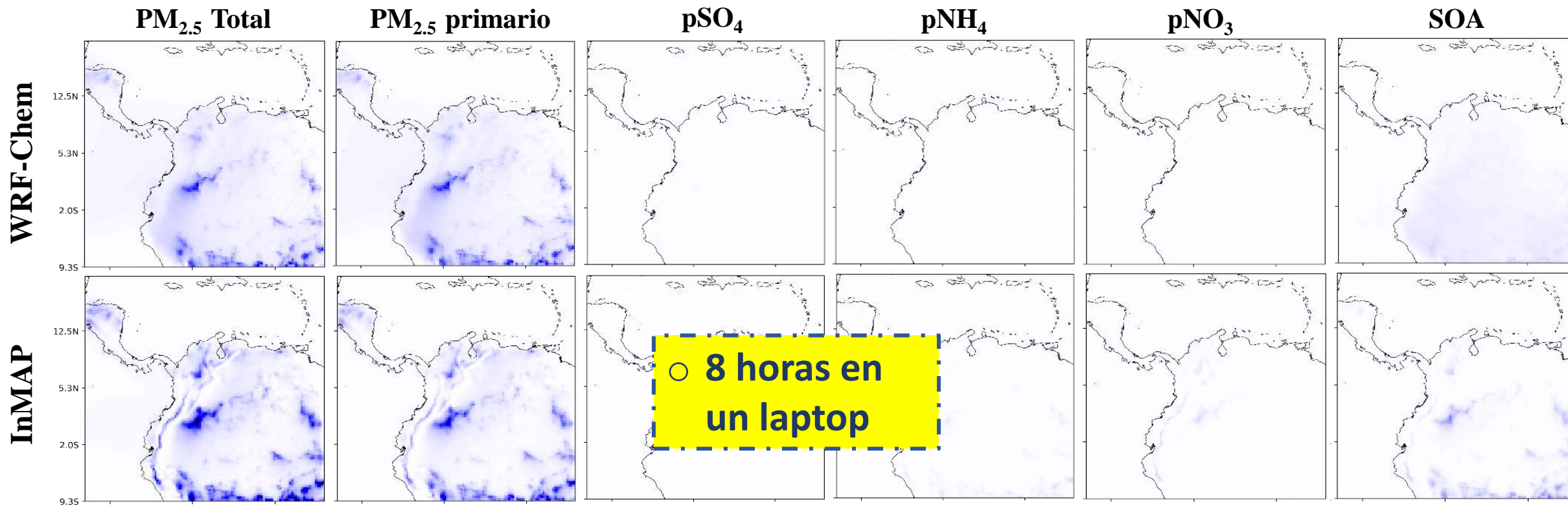
Implementación del modelo de complejidad reducida InMAP en Colombia: Resultados a nivel regional y local



¿cómo explorar el impacto en calidad del aire de diversos escenarios de emisiones de quema de biomasa?



Modelo de complejidad reducida InMAP



NMB: 29%

R²: 0.71

NMB: 12%

R²: 0.76

NMB: 37%

R²: 0.09

NMB: -669%

R²: 0.00

NMB: -436%

R²: 0.14

NMB: 42%

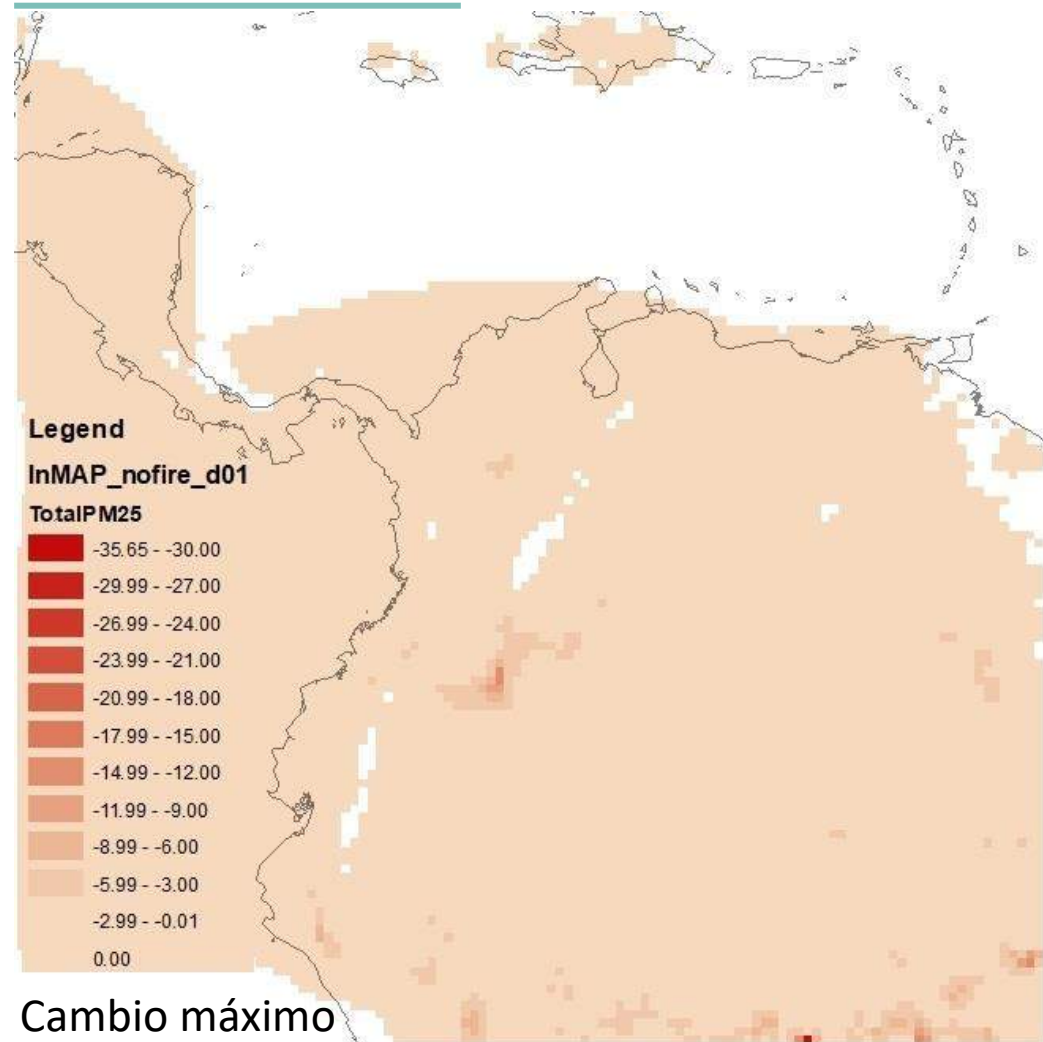
R²: 0.31

Cambios en las concentraciones de PM2.5



- InMAP permite hacer una inspección rápida de decenas (o cientos) de diversos escenarios de reducción de emisiones
- InMAP puede utilizarse para establecer zonas a priorizar
- Los escenarios “priorizados” pueden después ser analizados en detalle con un modelo de transporte químico

Sin incendios en áreas de bosques (FINNv1.5)



Cambio máximo
-11.62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Mensajes finales

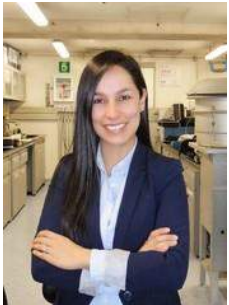
Y trabajo futuro....



- Cuantificar los co-beneficios en calidad del aire de implementar la política climática colombiana (en particular aquella relacionada al uso de la tierra) puede fortalecer y ayudar a priorizar la implementación
- Persisten retos grandes en la estimación de las emisiones asociadas a la deforestación, pero el marco de modelación presentado permite al menos estimar un límite superior (y su incertidumbre) para el co-beneficio de controlar efectivamente la deforestación



Gracias!



Karen Ballesteros
Ph. D



Sebastian Espitia
M.Sc



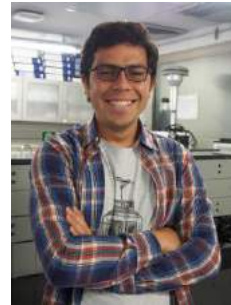
Alejandra Montejo
M.Sc.



Camilo Moreno
M.Sc.



Daniela Méndez
M.Sc.



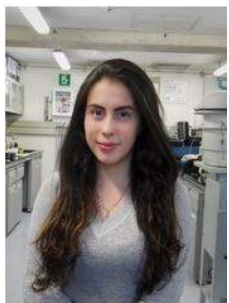
Juan Manuel Rincón
M.Sc.



M. Alejandra Rincón
M.Sc.



Juan Felipe Mendez
M.Sc.



Maria Paula Perez
M.Sc.



Yadert Contreras
M.Sc.



Juan Pablo Ayala
M.Sc.



Miguel Quirama
M.Sc.



Diego Rojas
M.Sc.

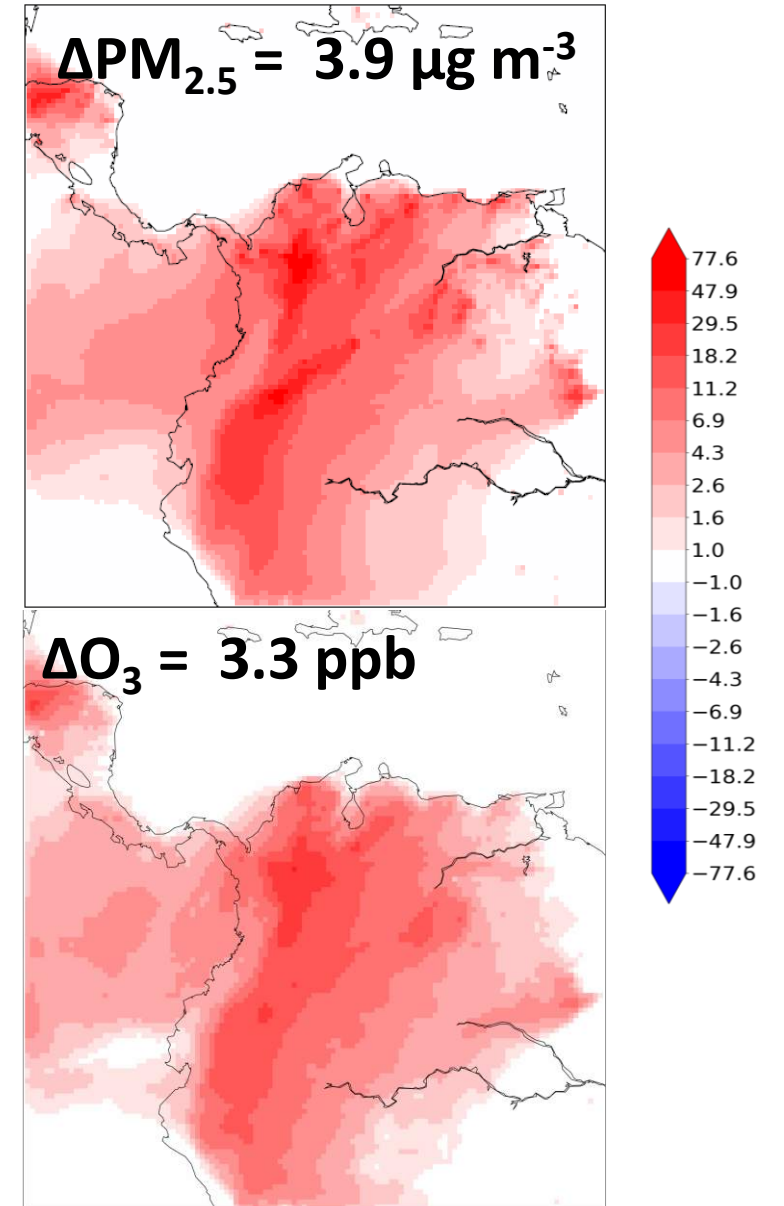
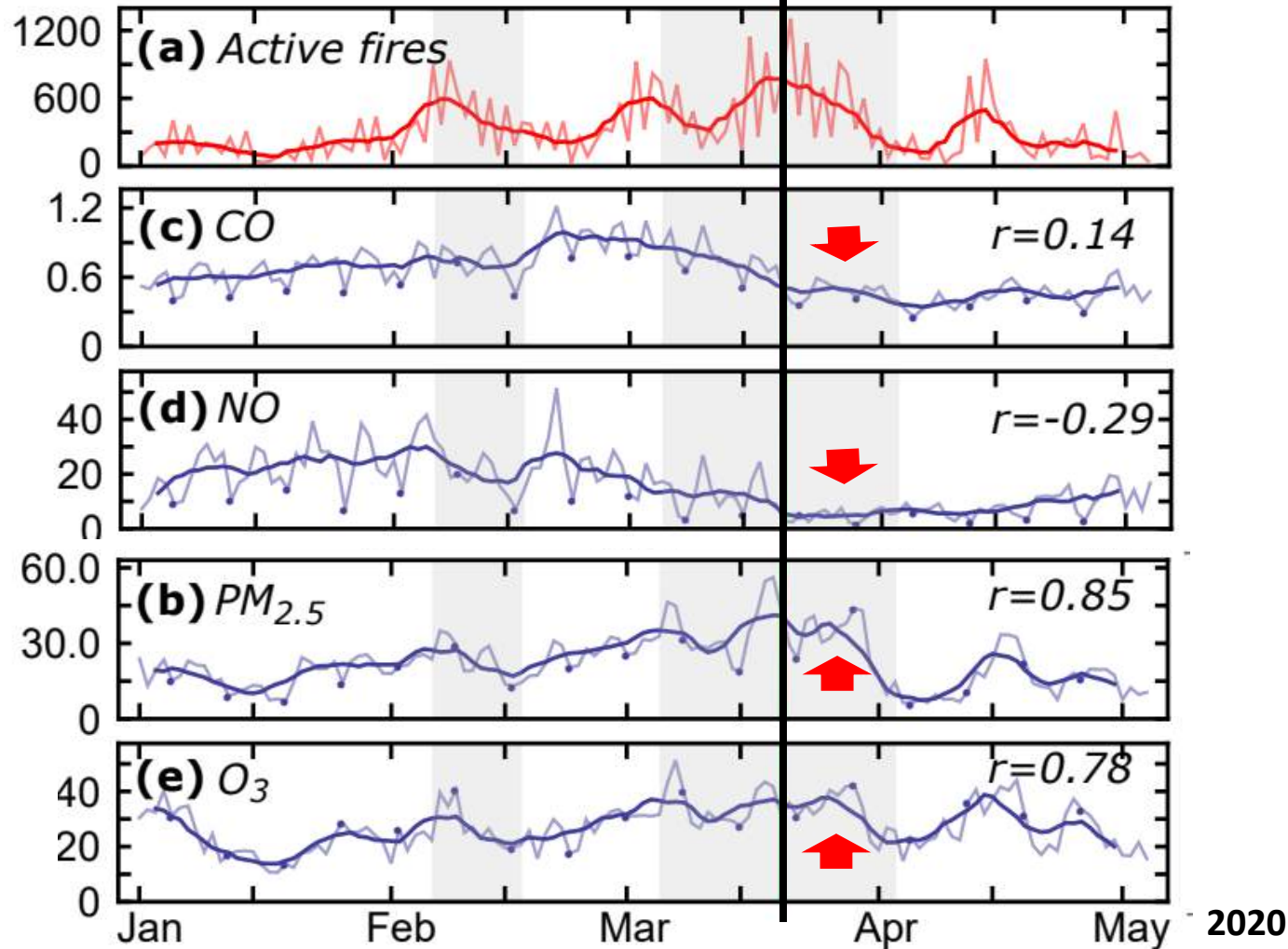


COVID-19 restrictions: evident impact of regional BB

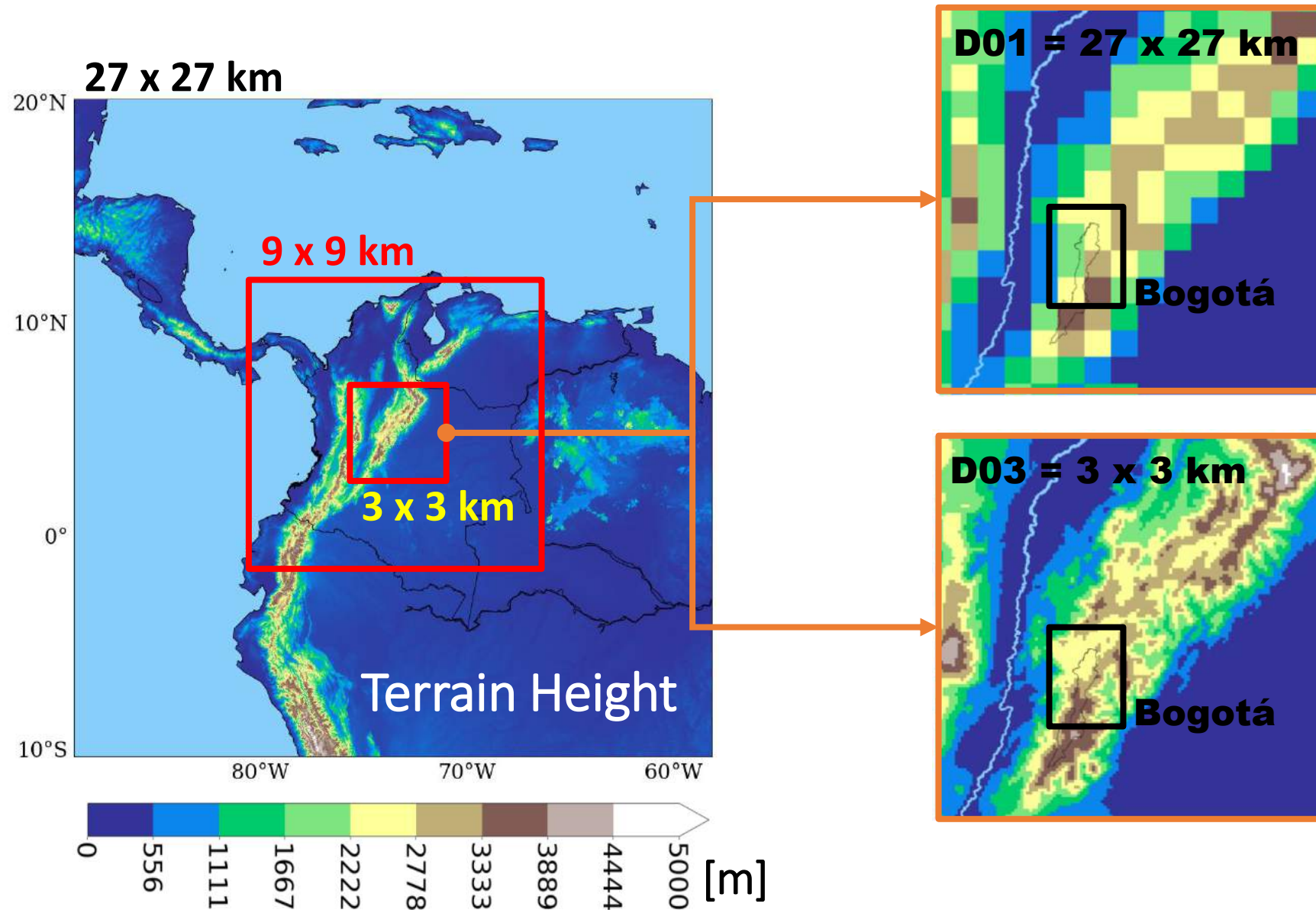


Observations
from Bogotá AQN

March 20
Strict Lockdown Starts



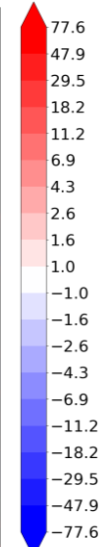
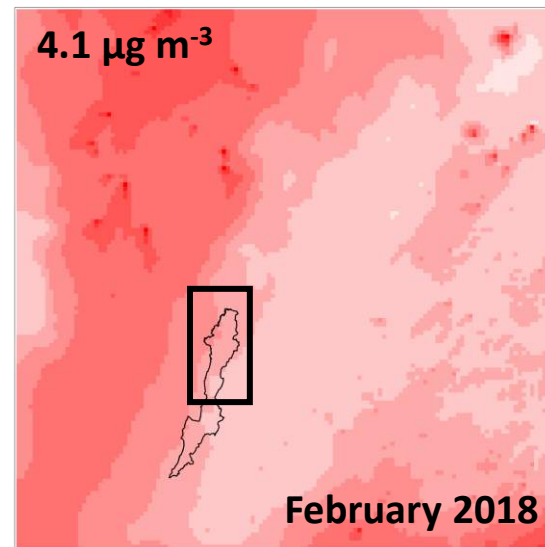
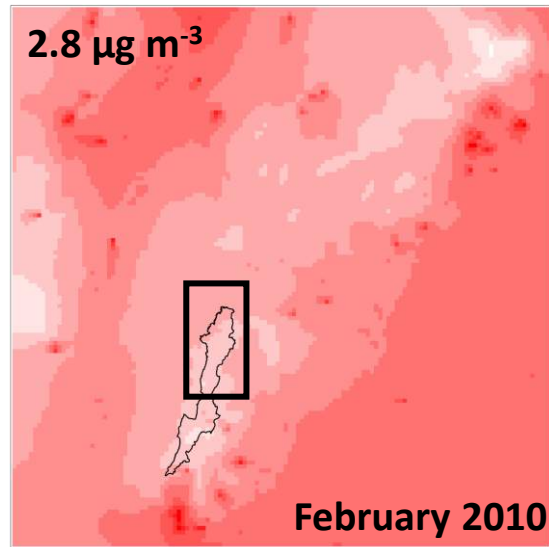
2. Modelación atmosférica: la escala urbana



Impacto a escala urbana: el caso de Bogotá

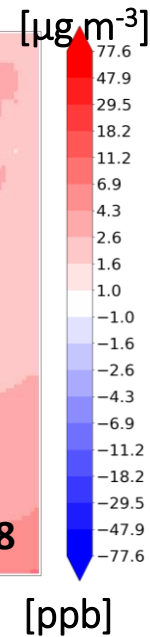
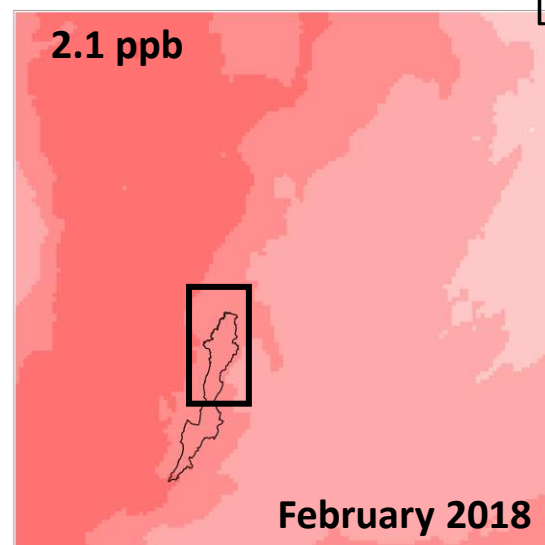
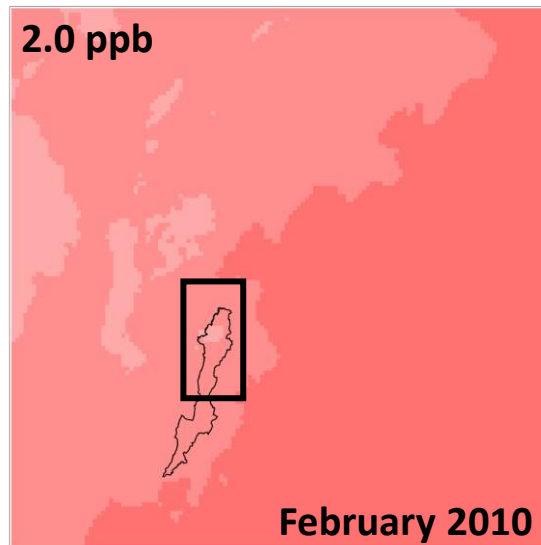


$\Delta PM_{2.5}$



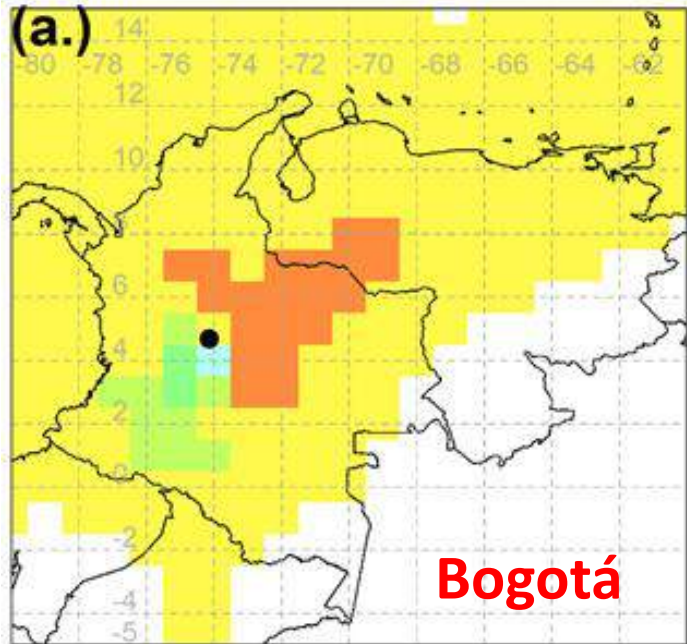
10-15% of the total $PM_{2.5}$ in Bogotá is from BB (during February)

ΔO_3



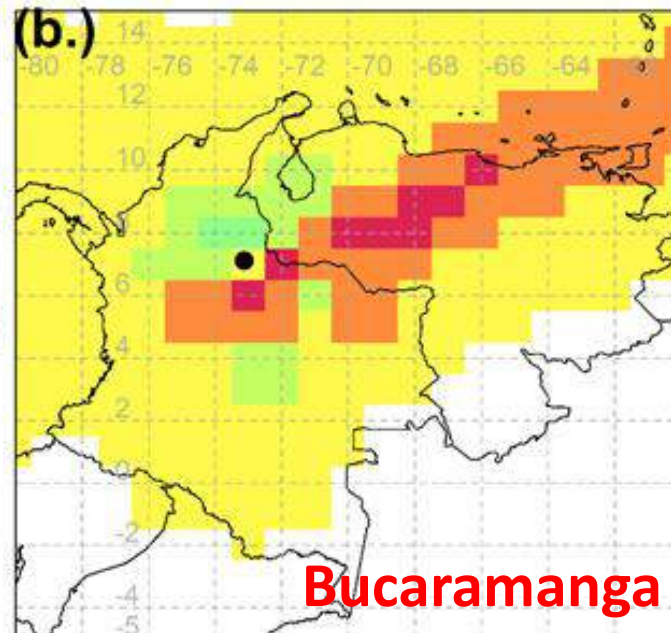
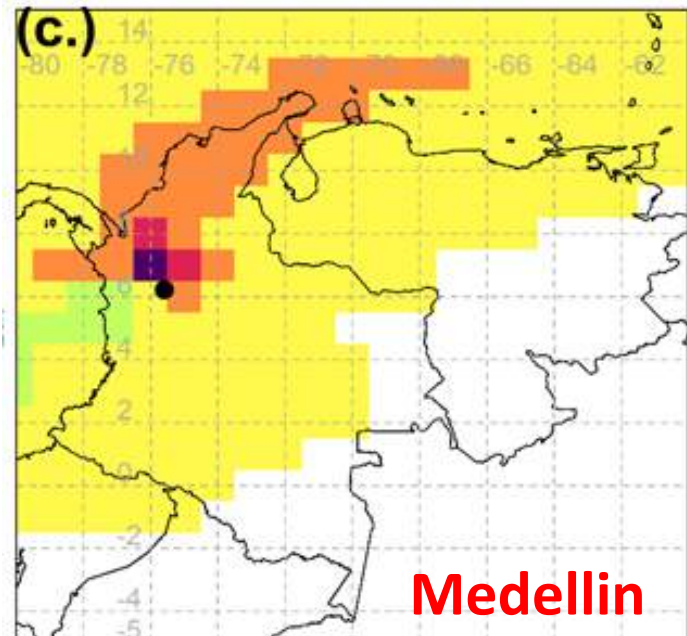
8% of the total 8-hr maximum Ozone in Bogotá is from BB

Analysis: Attribution of source regions



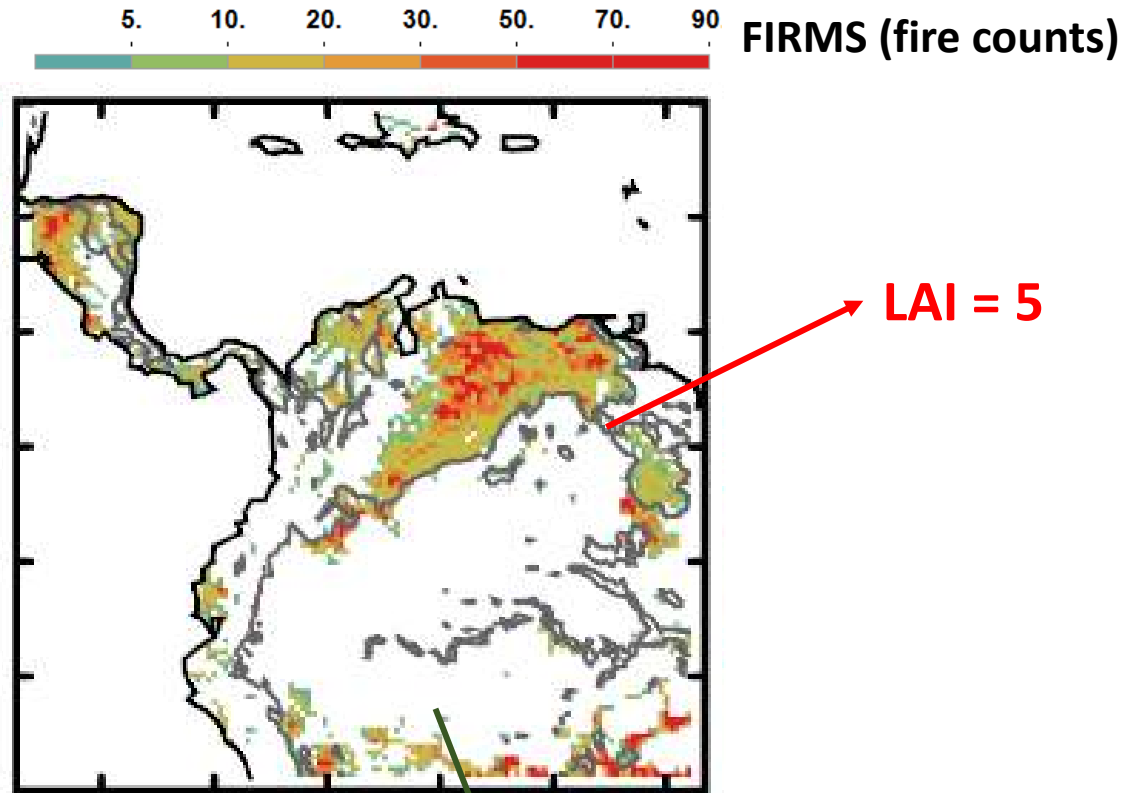
Back-trajectories frequency for high \overline{PM}_{10} concentrations (>70th percentile)

NCEP/NCAR reanalysis
Receptor height: 250 m AGL





¿Cómo determinar la distribución espacial de los fuegos asociados con procesos de deforestación?



LAI = 5

Cobertura principalmente de zonas boscosas